

## Szczegółowe wymagania edukacyjne na poszczególne oceny śródroczne i roczne z przedmiotu fizyka w technice

przedmiot uzupełniający

Szkoła ponadpodstawowa

Technikum

2023/2024

Nauczyciele przedmiotu fizyka w technice w ZS Nr 1 w Olkuszu

### Zasady ogólne

Na **podstawowym** poziomie wymagań uczeń powinien wykonać zadania **obowiązkowe** (na stopień dopuszczający - łatwe; na stopień dostateczny - umiarkowanie trudne); niektóre czynności ucznia mogą być **wspomagane** przez nauczyciela (np. wykonywanie doświadczeń, rozwiązywanie problemów, przy czym na stopień dostateczny uczeń wykonuje je pod kierunkiem nauczyciela, na stopień dopuszczający - przy pomocy nauczyciela lub innych uczniów).

Czynności wymagane na poziomach wymagań **wyższych** niż poziom podstawowy uczeń powinien wykonać **samodzielnie** (na stopień dobry niekiedy może jeszcze korzystać z niewielkiego wsparcia nauczyciela).

W wypadku wymagań na stopnie **wyższe** niż dostateczny uczeń wykonuje zadania **dodatkowe** (na stopień dobry - umiarkowanie trudne; na stopień bardzo dobry - trudne).

Wymagania umożliwiające uzyskanie stopnia **celującego** obejmują wymagania na stopień bardzo dobry, a ponadto **wykraczające** poza obowiązujący program nauczania (uczeń jest twórczy, rozwiązuje zadania problemowe w sposób niekonwencjonalny; potrafi dokonać syntezy wiedzy, a na tej podstawie sformułować hipotezy badawcze i zaproponować sposób ich weryfikacji; samodzielnie prowadzi

badania o charakterze naukowym; z własnej inicjatywy pogłębia wiedzę, korzystając z różnych źródeł; poszukuje zastosowań wiedzy w praktyce; dzieli się wiedzą z innymi uczniami; osiąga sukcesy w konkursach pozaszkolnych z dziedziny fizyki lub w olimpiadzie fizycznej).

### **Wymagania ogólne**

uczeń:

- wykorzystuje pojęcia i wielkości fizyczne do opisu zjawisk i wskazuje ich przykłady w otoczeniu,
- rozwiązuje problemy, wykorzystując prawa i zależności fizyczne,
- planuje i przeprowadza obserwacje i doświadczenia, wnioskuje na podstawie ich wyników,
- posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych.

Ponadto:

- sprawnie się komunikuje i stosuje terminologię właściwą dla fizyki,
- kreatywnie rozwiązuje problemy z dziedziny fizyki, **świadomie** wykorzystując metody i narzędzia wywodzące się z informatyki,
- posługuje się nowoczesnymi technologiami informacyjno-komunikacyjnymi,
- samodzielnie dociera do informacji, dokonuje ich selekcji, syntezy i wartościowania;
- rzetelnie korzysta z różnych źródeł informacji, w tym z Internetu,
- uczy się systematycznie, buduje prawidłowe związki przyczynowo-skutkowe, porządkuje i pogłębia zdobytą wiedzę,
- współpracuje w grupie i realizuje projekty edukacyjne z dziedziny fizyki lub astronomii.

Przy przeprowadzaniu śródrocznej i rocznej klasyfikacji uczniów z fizyki należy brać pod uwagę następujące elementy świadczące o poziomie wykształcenia ucznia:

- wiadomości teoretyczne dotyczące zjawisk, praw i wielkości fizycznych,
- umiejętności: obserwacji, opisu i wyjaśniania zjawisk fizycznych (występujących zarówno w pracowni fizycznej, jak i w otoczeniu),
- znajomość związków przyczynowo-skutkowych między zjawiskami fizycznymi,
- umiejętność stosowania pojęć i praw fizycznych do rozwiązywania problemów praktycznych,
- umiejętność rozwiązywania zadań obliczeniowych i wyciągania wniosków z obliczeń,
- umiejętność planowania, wykonywania i opracowywania wyników eksperymentów laboratoryjnych,
- umiejętność stawiania hipotez i wskazywania sposobów ich sprawdzania,
- sposób formułowania własnych myśli, zarówno formie ustnej, jak i pisemnej,

- umiejętność czerpania informacji naukowych z literatury naukowej popularnonaukowej, filmów, programów komputerowych, obserwacji otoczenia oraz innych źródeł,
- umiejętność krytycznej selekcji informacji oraz prezentowanie i uzasadnianie własnych poglądów,
- pozalekcyjne i pozaszkolne zainteresowanie problemami fizyki i techniki,
- trwałość zdobytej wiedzy

**Ocenę niedostateczną** otrzymuje uczeń, który:

- nie opanował podstawowych pojęć i praw fizyki w stopniu pozwalającym na dalsze zdobywanie wiedzy,
- popętnia poważne błędy, opisując zjawiska i podając wielkości fizyczne, które tych zjawisk dotyczą.

**Ocenę dopuszczającą** otrzymuje uczeń, który:

- opanował treści na ocenę dopuszczającą(konieczne) przedstawione w tabelach poniżej,
- wykazuje braki w znajomości praw i zasad fizyki ujętych w podstawie programowej oraz popełnia błędy w przedstawianiu ich w formie słownej i matematycznej, błędy te jednak nie przekreślają dalszej możliwości kształcenia
- wymienia zjawiska fizyczne ujęte w podstawie programowej i omawiane na lekcjach, lecz popełnia nieznaczne błędy w ich opisie,
- wymienia podstawowe wielkości fizyczne potrzebne do opisanie poznanych zjawisk, ale popełnia błędy w ich definiowaniu,
- wybiera przyrządy do pomiaru poznanych wielkości fizycznych,
- rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe o niewielkim stopniu trudności.

**Ocenę dostateczną** otrzymuje uczeń, który:

- opanował treści na ocenę dopuszczającą i ocenę dostateczną (podstawowe i konieczne) przedstawione w tabelach poniżej,
- wyjaśnia niewykraczające poza podstawę programową zależności między wielkościami fizycznymi opisującymi zjawiska poznane na lekcjach,
- opisuje i wyjaśnia typowe zjawiska omawiane na lekcjach,
- opisuje wykonywane na lekcjach doświadczenia i ćwiczenia,
- rozwiązuje zadania obliczeniowe o niewielkim stopniu trudności.

**Ocenę dobrą** otrzymuje uczeń, który:

- opanował treści na ocenę dopuszczającą, ocenę dostateczną i ocenę dobrą (rozszerzone, podstawowe, konieczne) przedstawione w tabelach poniżej,
- wyjaśnia ćwiczenia i pokazy wykonywane na lekcjach,
- prezentuje, analizuje i interpretuje wyniki doświadczeń, przewiduje wystąpienie określonych zjawisk na podstawie ogólnych zasad i praw fizyki,
- planuje czynności w celu wywołania zjawiska,
- rozwiązuje zadania obliczeniowe o średnim stopniu trudności.

**Ocenę bardzo dobrą** otrzymuje uczeń, który:

- opanował treści na ocenę dopuszczającą, ocenę dostateczną, ocenę dobrą i ocenę bardzo dobrą (dopełniające, rozszerzone, podstawowe oraz konieczne) przedstawione w tabelach poniżej,
- stosuje poznane prawa do rozwiązywania nietypowych problemów występujących w otaczającej rzeczywistości,
- planuje i przeprowadza doświadczenia potwierdzające określoną tezę,
- wykorzystuje wiadomości umiejętności z innych przedmiotów przy rozwiązywaniu problemów z fizyki,
- wykorzystuje wiadomości pochodzące ze środków masowego przekazu,
- rozwiązuje zadania obliczeniowe o zwiększonym stopniu trudności.

**Ocenę celującą** otrzymuje uczeń, który spełnia wymagania na niższe oceny, a ponadto wyróżnia się w jednej z niżej podanych dziedzin:

- samodzielnie dociera do informacji zawartych w literaturze naukowej i popularnonaukowej, wykorzystuje je praktycznie,
- interesuje się określoną dziedziną fizyki lub astronomii, co przejawia się studiowaniem literatury lub prowadzeniem badań, których wyniki przedstawia w określonej formie,
- jest finalistą lub laureatem olimpiady przedmiotowej i/lub odnosi znaczące sukcesy w konkursach fizycznych albo astronomicznych na szczeblu co najmniej wojewódzkim.

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry

8. Termodynamika			
<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wymienić wielkości fizyczne, od których zależy ciśnienie gazu w zamkniętym naczyniu</li> <li>objaśnić związek temperatury w skali Celsjusza i Kelvina,</li> <li>zapisać i objaśnić równanie stanu gazu doskonałego</li> <li>wymienić trzy szczególne przemiany gazu doskonałego i wskazać wielkość stałą w każdej przemianie</li> <li>wyjaśnić różnicę między ciepłem właściwym i ciepłem molowym</li> <li>stwierdzić, że zamiana części dostarczonego ciepła na pracę jest podstawą działania silnika cieplnego,</li> <li>opisać kolejne fazy pracy silnika spalinowego czterosuwowego</li> <li>posługuje się pojęciem <i>energii wewnętrznej</i>; przedstawia związek między temperaturą a średnią energią ruchu cząsteczek i energią wewnętrzną gazu doskonałego</li> <li>informuje, że wartość bezwzględna</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wymienić warunki, jakie powinien spełniać gaz doskonały</li> <li>uzasadnić stwierdzenie, że równość temperatur dwóch gazów oznacza równość średnich energii ruchu postępowego cząsteczek obu gazów,</li> <li>zapisać związek temperatury gazu w skali Kelvina ze średnią energią kinetyczną ruchu postępowego cząsteczek tego gazu,</li> <li>zapisać i objaśnić równanie Clapeyrona</li> <li>wypowiedzieć, zapisać wzorem i objaśnić prawo Boyle'a, Charles'a i Gay-Lussaca</li> <li>zapisać wzory na ciepło wymienione z otoczeniem za pomocą wielkości fizycznych: ciepło właściwe i ciepło molowe</li> <li>podać przykład sytuacji, w której dostarczenie ciepła skutkuje jednorazowym wykonaniem pracy,</li> <li>wyjaśnić ideę Carnota i zdefiniować sprawność silnika,</li> <li>opisać zasadę działania chłodziarek i pomp ciepłych</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>zapisać podstawowy wzór teorii kinetyczno-molekularnej gazu doskonałego i objaśnić występujące w nim wielkości</li> <li>przekształcić wzór podstawowy teorii kinetyczno-molekularnej gazu doskonałego do postaci równania stanu gazu doskonałego</li> <li>wyjaśnić, co to znaczy, że proces jest kwazistatyczny,</li> <li>sporządzać wykresy zależności <math>p(V)</math> przy stałej temperaturze gazu, <math>p(T)</math> przy stałej objętości gazu i <math>V(T)</math> przy stałym ciśnieniu</li> <li>zapisać i skomentować związek między ciepłem molowym gazu w stałej objętości i ciepłem molowym gazu pod stałym ciśnieniem</li> <li>opisać i objaśnić cykl Carnota i działanie idealnego silnika cieplnego,</li> <li>zapisać i skomentować wzór na pracę wykonaną przez silnik cieplny,</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>przekształcić wzór podstawowy do postaci wiążącej ciśnienie z masą lub gęstością gazu i objaśnić występujące w nim wielkości</li> <li>obliczyć stałą gazową <math>R</math> i przekształcić równanie stanu gazu doskonałego do postaci równania Clapeyrona,</li> <li>wyrazić średnią energię ruchu postępowego cząsteczek gazu poprzez stałą Boltzmanna i temperaturę w skali bezwzględnej</li> <li>skorzystać z równania Clapeyrona i wyprowadzić prawo Boyle'a, prawo Charles'a i prawo Gay-Lussaca</li> <li>wyprowadzić związek między ciepłem molowym gazu w stałej objętości i ciepłem molowym gazu pod stałym ciśnieniem</li> <li>opisać procesy odwracalne (w tym</li> </ul>

<p>pracy wykonanej przez gaz w każdej przemianie gazowej jest liczbowo równa polu pod wykresem przemiany w układzie <math>(V, p)</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• podaje definicję silnika cieplnego, omawia jego schemat, rozróżnia grzejnik i chłodnicę, podaje przykłady wykorzystania silników cieplnych</li> <li>• podaje przykłady wykorzystywania pomp cieplnych</li> <li>• określa kierunek przekazu energii w postaci ciepła między układami o różnych temperaturach; rozróżnia zjawiska odwracalne i nieodwracalne, podaje ich przykłady w otaczającej rzeczywistości</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• oblicza pracę jako pole pod wykresem <math>p(V)</math> przedstawiającym przemianę izobaryczną; wykazuje, że w przemianie izochorycznej praca jest równa zero</li> <li>• oblicza ciepło pobrane i ciepło oddane przez gaz na podstawie wykresu przemiany tego gazu i pierwszej zasady termodynamiki</li> <li>• analizuje przepływ energii w postaci ciepła i pracy mechanicznej w silnikach cieplnych</li> <li>• wyjaśnia na wybranym przykładzie, co to jest cykl termodynamiczny</li> <li>• posługuje się pojęciem <i>sprawności silnika cieplnego</i>, oblicza i porównuje sprawność silników cieplnych, krytycznie ocenia obliczoną sprawność i wskazuje przyczyny strat energii</li> <li>• wyjaśnia na przykładzie lodówki, że pompa ciepła działa odwrotnie niż silnik cieplny; opisuje schemat pompy cieplnej</li> <li>• opisuje i analizuje przepływ energii w postaci ciepła i pracy mechanicznej w pompach cieplnych</li> <li>• <sup>R</sup>podaje wzór na maksymalną sprawność silnika cieplnego oraz czynniki, od jakich ona zależy; <sup>R</sup>oblicza maksymalną sprawność silnika cieplnego</li> <li>• wykorzystuje pojęcie <i>ciepła właściwego</i> w analizie bilansu cieplnego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sformułować drugą zasadę termodynamiki</li> <li>• analizuje i opisuje wykresy przemian gazu doskonałego: izotermicznej, izobarycznej i izochorycznej, w układzie <math>(V, p)</math>, przedstawia te przemiany na wykresach zależności <math>p(V)</math>, <math>p(T)</math> i <math>V(T)</math></li> <li>• wykazuje (wyprowadza) i interpretuje oraz stosuje w obliczeniach związek między ciepłem molowym przy stałym ciśnieniu a ciepłem molowym w stałej objętości dla gazu doskonałego; podaje związek między <math>C_v</math> a stałą <math>R</math> dla gazów jedno- i dwuatomowych</li> <li>• uzasadnia, że dla przemiany izobarycznej zachodzi zależność <math>W = p\Delta V</math></li> <li>• wyjaśnia zasadę działania wybranych pomp cieplnych, posługując się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, lub zaczerpniętych z internetu</li> <li>• <sup>R</sup>posługuje się pojęciem <i>współczynnika efektywności pompy cieplnej</i></li> <li>• <sup>R</sup>analizuje i interpretuje wzór na</li> </ul>	<p>proces kwazistatyczny) oraz procesy nieodwracalne,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sporządzić wykres cyklu odwrótnego do cyklu Carnota,</li> <li>• zdefiniować skuteczność chłodzenia</li> <li>• rozróżnia i oblicza współczynniki efektywności pompy cieplnej w przypadku chłodzenia i w przypadku ogrzewania za pomocą pompy cieplnej</li> <li>• rozwiązuje nietypowe, złożone zadania</li> <li>• wyznacza ciepło na podstawie bilansu cieplnego</li> <li>• wyjaśnić, na czym polega transport energii przez przewodnictwo cieplne i przez konwekcję,</li> <li>• objaśnić wzór na szybkość przekazu ciepła w pręcie</li> <li>• udowodnić, że w dowolnej przemianie gazu wartość bezwzględnej pracy objętościowej można obliczyć tak jak pole powierzchni figury zawartej pod wykresem <math>p(V)</math> dla tej przemiany</li> </ul>
---	--	--	--

		<p>maksymalną sprawność silnika cieplnego, formułuje i uzasadnia wnioski</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisuje działanie silników spalinowych: czterosuwowego benzynowego oraz Diesla, wskazuje skutki ich użytkowania dla środowiska; wyjaśnia i porównuje wykresy cyklu Otta i cyklu Diesla</li> <li>• obliczyć pracę objętościową wykonaną przez siłę zewnętrzną przy zmniejszaniu objętości gazu, przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wniosku, że zarówno wykonana praca, jak i wymienione ciepło są funkcją procesu</li> </ul>	
	<b>Pole elektryczne</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• wypowiedzieć i zapisać wzorem prawo Coulomba, nazwać wszystkie występujące w nim wielkości fizyczne, wymienić sposoby elektryzowania ciał i zademonstrować jeden z nich</li> <li>• - opisać, w jaki sposób za pomocą metalowej, naelektryzowanej kuleczki można zbadać, czy w przestrzeni istnieje pole elektrostatyczne, wymienić wielkości, od których zależy natężenie centralnego pola elektrostatycznego w danym punkcie</li> <li>• opisać doświadczenie z klatką Faradaya,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnić pojęcie przenikalności elektrycznej, zademonstrować i objaśnić trzy sposoby elektryzowania ciał</li> <li>• podać definicję natężenia pola elektrostatycznego,</li> <li>• przeprowadzić doświadczenie ilustrujące pole elektryczne oraz układ linii pola wokół przewodnika,</li> <li>• graficznie, za pomocą linii pola, przedstawić pole elektrostatyczne centralne i jednorodne</li> <li>• zdefiniować gęstość powierzchniową ładunku,</li> <li>• opisać rozkład gęstości powierzchniowej dla przewodników o nieregularnych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać wartość liczbową ładunku elementarnego, wypowiedzieć i objaśnić zasadę zachowania ładunku</li> <li>• wyprowadzić wzór informujący, od czego zależy natężenie centralnego pola elektrostatycznego w danym punkcie</li> <li>• sporządzić wykres <math>E(r)</math> dla naelektryzowanego przewodnika kulistego</li> <li>• opisać ruch cząstki naładowanej dodatnio i cząstki naładowanej ujemnie w jednorodnym polu elektrostatycznym w następujących przypadkach:</li> </ul>	<p>- wykazać doświadczalnie, że ładunek wyindukowany ma taką samą wartość jak ładunek indukujący</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać i stosować w zadaniach zasadę superpozycji natężeń pól, wyjaśnić pojęcie dipola elektrycznego i opisać pole elektrostatyczne wytworzone przez dipol</li> </ul> <p>- przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wniosku, że natężenie pola w każdym punkcie powierzchni przewodnika w stanie równowagi jest prostopadłe do tej</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać rozkład ładunku dostarczonego przewodnikowi</li> <li>• na podstawie faktu, że w polu elektrostatycznym na ciało naładowane działa siła, wnioskować, iż naładowana cząstka w takim polu się porusza</li> <li>• opisać budowę kondensatora płaskiego,</li> <li>• wymienić wielkości, od których zależy pojemność kondensatora płaskiego</li> <li>• stwierdzić, że skoro do naładowania kondensatora trzeba wykonać pracę, to posiada on energię</li> <li>• podać wzór na pojemność zastępczą dwóch kondensatorów połączonych równolegle oraz pojemność zastępczą dwóch kondensatorów połączonych szeregowo</li> <li>• zapisać wzorami i objaśnić analogie między prawem powszechnej grawitacji i prawem Coulomba,</li> <li>• wymienić wielkości, od których zależy natężenie centralnego pola grawitacyjnego w danym punkcie, i porównać z wielkościami, od których zależy natężenie centralnego pola elektrostatycznego w danym punkcie, wymienić wielkości, od których zależy potencjał centralnego pola elektrostatycznego w danym punkcie, oraz jednostkę, w której go wyrażamy</li> </ul>	<p>kształtach</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• podać i objaśnić wzór na przyspieszenie, z jakim porusza się cząstka naładowana w jednorodnym polu elektrostatycznym</li> <li>• wyjaśnić pojęcie napięcia między okładkami kondensatora</li> <li>• zapisać jedną z postaci wzoru wyrażającego energię potencjalną naładowanego kondensatora,</li> <li>• zademonstrować przekaz energii podczas rozładowania kondensatora</li> <li>• wskazać analogie i różnice (związane z istnieniem ładunków dodatnich i ujemnych), między definicjami natężenia pola grawitacyjnego i pola elektrostatycznego,</li> <li>• podać definicję potencjału pola elektrostatycznego,</li> <li>• wyjaśnić, co mamy na myśli mówiąc, że natężenie pola i potencjał są wielkościami charakteryzującymi pole elektrostatyczne w danym punkcie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\vec{v}_0 = \vec{0}</math>, <math>\vec{v}_0 \parallel \vec{E}</math>, <math>\vec{v}_0 \perp \vec{E}</math>, gdzie <math>\vec{v}_0</math> to prędkość początkowa cząstki</li> <li>• podać definicję kondensatora</li> <li>• wyprowadzić wzór na energię naładowanego kondensatora i przekształcić go do innych postaci</li> <li>• rozwiązywać zadania z łąčeniem szeregowym i równoległym kondensatorów</li> </ul>	<p>powierzchni</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- przygotować prezentację na temat zasady działania i zastosowań akceleratora liniowego</li> <li>- wyprowadzić i objaśnić związek natężenia pola między okładkami kondensatora z napięciem między nimi</li> <li>- przygotować prezentację na temat przemiany energii naładowanego kondensatora w inne rodzaje energii</li> </ul>
	<b>PRĄD STAŁY</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnić, co to znaczy, że w przewodniku płynie prąd elektryczny,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować natężenie prądu i jego jednostkę,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zinterpretować I prawo Kirchhoffa jako przykład zasady zachowania</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnić mikroskopowy model przepływu prądu w metalach,</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• posługiwać się pojęciami natężenia prądu elektrycznego i napięcia elektrycznego wraz z ich jednostkami,</li> <li>• podać nazwy przyrządów do pomiaru natężenia prądu i napięcia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• posługiwać się pojęciem napięcia elektrycznego i jego jednostką,</li> <li>• podać treść I prawa Kirchhoffa,</li> <li>• stosować w zadaniach I prawo Kirchhoffa,</li> <li>• zademonstrować I prawo Kirchhoffa</li> </ul>	<p>ładunku,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• dodawać napięcia w układzie ogniwo- połączonych szeregowo</li> </ul>	<p>skorzystać z tekstów dotyczących odkryć kluczowych dla rozwoju fizyki i przygotować prezentację o początkach prac nad prądem elektrycznym</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać warunek konieczny do przepływu prądu elektrycznego przez przewodnik,</li> <li>• zapisać wzór definicyjny oporu przewodnika i objaśnić wielkości występujące w tym wzorze,</li> <li>• podać jednostkę oporu</li> <li>• narysować schemat obwodu, w którym odbiorniki są połączone szeregowo lub równolegle,</li> <li>• obliczyć opór przewodnika, gdy znane są jego opór właściwy i wymiary geometryczne</li> <li>• posługiwać się pojęciami pracy i mocy prądu, objaśnić wielkości występujące we wzorach oraz podać jednostki pracy i mocy prądu,</li> <li>• odczytać i zinterpretować moc znamionową odbiornika</li> <li>• zapisać wzorem definicję wolta i objaśnić występujące w niej jednostki wielkości fizycznych,</li> <li>• zapisać prawo Ohma dla całego obwodu i nazwać występujące w nim wielkości</li> <li>• podać przykład przewodnika, izolatora i półprzewodnika</li> <li>• opisywać przepływ prądu w obwodach jako ruch elektronów swobodnych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przypomnieć pojęcie napięcia i jego jednostkę,</li> <li>• wyjaśnić, co nazywamy charakterystyką prądowo- -napięciową,</li> <li>• wypowiedzieć i objaśnić prawo Ohma,</li> <li>• narysować charakterystykę prądowo- napięciową przewodnika podlegającego i niepodlegającego prawu Ohma,</li> <li>• opisać wpływ zmian temperatury na opór przewodnika</li> <li>• połączyć szeregowo kilka oporników,</li> <li>• połączyć równolegle kilka oporników i do tego układu zastosować I prawo Kirchhoffa,</li> <li>• obliczać opór zastępczy kilku oporników połączonych szeregowo lub równolegle</li> <li>• analizować zależność oporu od wymiarów przewodnika,</li> <li>• posługiwać się pojęciem oporu właściwego materiału i jego jednostką</li> <li>• zapisać i objaśnić wzór na ciepło Joule'a,</li> <li>• wykorzystać dane znamionowe urządzeń elektrycznych do obliczeń</li> <li>• wskazać, że przemieszczanie się ładunku między biegunami ogniwa galwanicznego jest skutkiem przemian chemicznych w ogniwie,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• odczytać z charakterystyki przewodnika jego opór,</li> <li>• sporządzić doświadczalnie charakterystyki prądowo- -napięciowe żarówki i kilku przewodników,</li> <li>• zdefiniować jednostkę oporu i podać jej wielokrotność,</li> <li>• dodawać napięcia w układzie ogniwo- połączonych szeregowo</li> <li>• opisać rozkład napięć i natężeń prądu w łączeniach szeregowym lub równoległym oporników,</li> <li>• wyprowadzić wzór na opór zastępczy kilku oporników połączonych szeregowo lub równolegle</li> <li>• zbadać doświadczalnie zależność oporu przewodnika od jego długości i przekroju poprzecznego</li> <li>• opisać przemiany energii w biernych i czynnych elementach obwodu,</li> <li>• opisać budowę wkładki topikowej i wyjaśnić jej rolę w obwodzie prądu</li> <li>• wskazać, że praca wykonana w ogniwie jest wprost proporcjonalna do przemieszczonego ładunku,</li> <li>• zdefiniować siłę elektromotoryczną</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analizować niepewności pomiarowe i wnioskować o proporcjonalności <math>I \sim U</math>,</li> <li>• podać sens fizyczny oporu</li> <li>• upraszczać schemat obwodu składającego się z oporników połączonych w sposób mieszany,</li> <li>• zaplanować i wykonać doświadczenie, w którym wyznacza się opór właściwy przewodnika,</li> <li>• podać sens fizyczny oporu właściwego i przewodnictwa właściwego</li> <li>• przeprowadzić rozumowanie pokazujące, jak zwiększanie liczby włączonych odbiorników, wpływa na wzrost natężenia prądu w sieci miejskiej</li> <li>• przedstawić zasadę działania ogniwa galwanicznego,</li> <li>• podać sens fizyczny ilorazu <math>\frac{W}{\Delta q}</math>,</li> <li>• opisać przemiany energetyczne w obwodzie, gdy ogniwo posiada opór elektryczny (opór wewnętrzny), i wyprowadzić wzór wyrażający prawo Ohma dla całego obwodu,</li> <li>• zbadać i omówić zależność</li> </ul>

<p>albo jonów w przewodnikach,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia niezbędne elementy obwodu elektrycznego,</li> <li>wskazać funkcję diody półprzewodnikowej w obwodzie,</li> <li>wskazać funkcję tranzystora w obwodzie</li> <li>wskazać nośniki ładunku w cieczech i gazach</li> <li>opisuje tranzystor jako element wykonany z półprzewodników, służący do wzmacniania sygnałów elektrycznych oraz sterujący prądem elektrycznym.</li> <li>opisuje diodę półprzewodnikową jako element obwodu przewodzący prąd w jednym kierunku oraz jako źródło światła.</li> <li>rozpoznać wyłącznik różnicowy i posłużyć się nim</li> <li>wymienić kilka powszechnie używanych urządzeń, w których znajdują się elementy półprzewodnikowe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wskazać w prawie Ohma dla całego obwodu wielkości charakteryzujące ogniwo i stałe dla danego ogniwa</li> <li>wypowiedzieć i objaśnić II prawo Kirchhoffa</li> <li>opisać ruch nośników ładunku w metalach i półprzewodnikach,</li> <li>rozróżnić przewodniki, izolatory i półprzewodniki ze względu na zależność ich oporu właściwego od temperatury</li> <li>używa symboli elektrycznych do rysowania schematów obwodów,</li> <li>demonstruje podłączenie amperomierza w obwodzie prądu stałego,</li> <li>opisuje zasadę dodawania napięć w układzie ogniw połączonych szeregowo,</li> <li>rozróżnić półprzewodniki typu p i typu n,</li> <li>wyjaśnić ogólną zasadę działania diody i tranzystora,</li> <li>wymienić kilka rodzajów tranzystorów</li> <li>wymienić i omówić sposoby jonizowania gazów,</li> <li>wskazać rolę promieniowania, wysokiej temperatury i dużego natężenia pola,</li> <li>wyjaśnić zjawisko termoemisji</li> <li>zademonstrować diodę jako źródło światła,</li> <li>wymienić przykład urządzenia, w którym zastosowano tranzystor jako element wzmacniający</li> <li>wskazuje na potrzebę zasilania tranzystora pracującego w układzie wzmacniacza.</li> <li>opisuje diodę półprzewodnikową jako złącze dwóch rodzajów półprzewodników.</li> </ul>	<p>ogniwa,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>opisać przemiany energetyczne w obwodzie zawierającym tylko elementy bierne i wyprowadzić wzór wyrażający prawo Ohma dla tego przypadku</li> <li>skorzystać z umowy i zapisać II prawo Kirchhoffa dla oczka sieci zawierającego oporniki</li> <li>opisać wpływ domieszek na przewodnictwo półprzewodników,</li> <li>opisać zjawisko nadprzewodnictwa niektórych metali</li> <li>wyjaśnić rolę ogniwa (baterii) w obwodzie,</li> <li>opisać budowę i działanie złącza n-p,</li> <li>naszkicować i opisać charakterystykę prądowo-napięciową diody półprzewodnikowej,</li> <li>wyjaśnić zasadę działania tranzystora,</li> <li>podać zakres wartości współczynnika wzmocnienia prądowego</li> <li>wyprowadzić wzór na prędkość jonów w elektrolicie i zinterpretować ten wzór,</li> <li>opisać zmiany przewodnictwa gazu ze wzrostem napięcia między elektrodami,</li> <li>wyjaśnić pojęcie prądu nasycenia i opisać sposób zwiększania jego natężenia</li> <li>opisać zasadę działania prostownika jedno- i dwupołkowego,</li> <li>narysować schemat i omówić działanie prostego wzmacniacza</li> </ul>	<p>natężenia prądu w obwodzie od oporu zewnętrznego</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>zapisać II prawo Kirchhoffa dla obwodu zawierającego akumulator i obliczyć moc dostarczaną przez zasilacz,</li> <li>stosować prawa Kirchhoffa do obliczeń w obwodach zawierających baterie ogniw o różnych siłach elektromotorycznych, obliczać opór zastępczy na podstawie prawa Ohma i praw Kirchhoffa</li> <li>przeprowadzić rozumowanie, w wyniku którego otrzymujemy związek między natężeniem prądu a szybkością i liczbą nośników ładunku w przewodniku</li> <li>zademonstrować rolę diody jako elementu składowego prostowników i źródeł światła</li> <li>wyprowadzić wzór na opór właściwy elektrolitów,</li> <li>wyjaśnić różnicę między przewodnictwem samoistnym a niesamoistnym gazów,</li> <li>skorzystać z tekstów dotyczących historii odkryć kluczowych dla rozwoju fizyki i opisać doświadczenie Thomsona oraz odkrycie elektronu</li> <li>wyjaśnić działanie wyłącznika różnicowego</li> <li>przygotować prezentację, wymagającą pogłębionej wiedzy o budowie i działaniu wybranego</li> </ul>
---	---	--	--

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia działanie tranzystora na przykładzie tranzystora polowego,</li> <li>• opisuje podłączenie tranzystora umożliwiające sterowanie prądem płynącym przez odbiornik energii elektrycznej</li> <li>• wyjaśnia świecenie diody z odwołaniem się do poziomów energetycznych atomów półprzewodnika</li> </ul>	<p>urządzenia zawierającego elementy półprzewodnikowe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wykorzystuje charakterystykę tranzystora do rozwiązywania zadań.</li> <li>• demonstruje rolę diody jako elementu składowego prostowników,</li> <li>• wyjaśnia przewodzenie diody w jedną stronę w oparciu o poziomy energetyczne,</li> <li>• wyjaśnia powstawanie napięcie progowego złącza p-n,</li> </ul>
	<b>POLE MAGNETYCZNE</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać wzajemne oddziaływania magnesów trwałych,</li> <li>• udowodnić doświadczalnie, że w pobliżu magnesu trwałego istnieje pole magnetyczne</li> <li>• wykonać doświadczenie Ørsteda,</li> <li>• zaobserwować, że na przewodnik z prądem umieszczony w polu magnetycznym działa siła</li> <li>• wymienić wielkości, od których zależy wartość siły elektrodynamicznej działającej na przewodnik z prądem w polu magnetycznym,</li> <li>• zapisać wzorem definicję wartości indukcji magnetycznej,</li> <li>• podać jednostkę indukcji magnetycznej,</li> <li>• wskazać zwrot indukcji magnetycznej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rysować linie pola magnetycznego w pobliżu magnesów trwałych,</li> <li>• określić zwrot linii pola magnetycznego wytworzonego przez magnesy trwałe,</li> <li>• opisać doświadczenie dowodzące, że bieguny magnetyczne zawsze występują parami</li> <li>• wymienić wnioski z przeprowadzonych obserwacji,</li> <li>• wymienić cechy siły elektrodynamicznej</li> <li>• wskazać takie położenia przewodnika z prądem w polu magnetycznym, w których na ten przewodnik: 1) nie działa siła elektrodynamiczna, 2) działa siła elektrodynamiczna o maksymalnej wartości,</li> <li>• stosować regułę lewej dłoni</li> <li>• wykazać, że siła Lorentza nie wykonuje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• posługiwać się pojęciami dipoli i monopoli magnetycznych,</li> <li>• opisać pole magnetyczne Ziemi</li> <li>• znajdować siłę elektrodynamiczną, w przypadku gdy przewodnik z prądem jest prostopadły lub równoległy do linii pola magnetycznego</li> <li>• zapisać wektorowo wzór na siłę elektrodynamiczną i omówić wnioski wynikające z tego wzoru</li> <li>• wykazać, że jeśli prędkość naładowanej cząstki jest prostopadła do linii pola magnetycznego, to cząstka porusza się po okręgu ze stałą szybkością,</li> <li>• obliczyć okres obiegu i promień okręgu, po którym porusza się</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• skorzystać z tekstów popularnonaukowych lub tekstów z historii fizyki i przygotować prezentację na temat badań nad magnetyzmem ziemskim</li> <li>• skorzystać z tekstów popularnonaukowych lub historycznych i przygotować prezentację na temat znaczenia doświadczenia Ørsteda</li> <li>• wyjaśnić, co to znaczy, że indukcja magnetyczna jest pseudowektorem</li> <li>• omówić budowę i zasadę działania cyklotronu,</li> <li>• opisać tor naładowanej cząstki, której prędkość tworzy z liniami pola dowolny kąt <math>\alpha</math>,</li> </ul>

<p>jednorodnego pola magnetycznego</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• odpowiedzieć na pytanie: <i>Od czego zależy wartość siły Lorentza?</i>,</li> <li>• stosować wzór na wartość siły Lorentza dla przypadku <math>\vec{B} \perp \vec{v}</math></li> <li>• wskazać silnik elektryczny jako urządzenie, w którym następuje zamiana energii elektrycznej na mechaniczną,</li> <li>• wymienić zastosowania silnika elektrycznego</li> <li>• zademonstrować właściwość ferromagnetyka odróżniającą go od innych substancji</li> <li>• uczeń potrafi wymienić substancje magnetyczne : ferromagnetyki, diamagnetyki i paramagnetyki</li> <li>• naszkicować linie pól magnetycznych prostoliniowego przewodnika z prądem oraz zwojnicy</li> </ul>	<p>pracy,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zapisać wzorem i wypowiedzieć definicję wartości indukcji magnetycznej,</li> <li>• podać przykłady zastosowania cyklotronu,</li> <li>• omówić rolę pola magnetycznego Ziemi jako osłony przed wiatrem słonecznym</li> <li>• opisać budowę modelu silnika elektrycznego,</li> <li>• narysować siły działające na ramkę z przewodnika w jednorodnym polu magnetycznym</li> <li>• opisać właściwości i zastosowania ferromagnetyków</li> <li>• uczeń potrafi scharakteryzować substancje magnetyczne : ferromagnetyki, diamagnetyki i paramagnetyki</li> <li>• zapisać wzorami wartości indukcji magnetycznej pól wytworzonych w próżni przez bardzo długi prostoliniowy przewodnik oraz we wnętrzu długiej zwojnicy,</li> <li>• stosować regułę prawej dłoni</li> </ul>	<p>naładowana cząstka w polu magnetycznym</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• na przykładzie omówić zasadę działania silnika elektrycznego na prąd stały</li> <li>• opisać pole magnetyczne wewnątrz zwojnicy po umieszczeniu w jej wnętrzu rdzenia z ferromagnetyka lub paramagnetyka,</li> <li>• obliczać wartość indukcji magnetycznej we wnętrzu zwojnicy z rdzeniem</li> <li>• wyjaśnić pojęcie przenikalności magnetycznej próżni i podać jej wymiar,</li> <li>• podać wartość, kierunek i zwrot indukcji magnetycznej pola wytworzonego przez pojedynczy zwój</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przedyskutować ruch naładowanych cząstek w skrzyżowanych polach: elektrycznym i magnetycznym,</li> <li>• omówić powstawanie zjawiska zorzy polarnej</li> <li>• na podstawie samodzielnie odzyskanych informacji z historii odkryć w fizyce i technice oraz tekstów popularnonaukowych przygotować prezentację na temat silników elektrycznych</li> <li>• zdefiniować względną przenikalność magnetyczną substancji,</li> <li>• rozróżniać substancje ze względu na wartość względnej przenikalności magnetycznej,</li> <li>• omówić proces magnesowania i rozmagnesowania ferromagnetyka na podstawie pętli histerezy</li> <li>• zastosowanie ferromagnetyków w przemyśle</li> <li>• stosować do obliczeń związek wartości indukcji pola magnetycznego i natężenia prądu w prostoliniowym przewodniku i długiej zwojnicy,</li> <li>• stosować zasadę superpozycji dla pól magnetycznych przewodników z prądem</li> </ul>
	<p><b>Indukcja elektromagnetyczna i prąd przemienny</b></p>		

<ul style="list-style-type: none"> <li>• zademonstrować przynajmniej jeden sposób wzbudzania prądu indukcyjnego</li> <li>• wskazać siły działające na elektron w pręcie poruszającym się w jednorodnym polu magnetycznym prostopadle do linii pola,</li> <li>• zapisać i objaśnić wzór wyrażający prawo Faradaya</li> <li>• zastosować regułę Lenza na wybranym przykładzie,</li> <li>• wymienić przykłady praktycznego wykorzystania zjawiska indukcji elektromagnetycznej</li> <li>• podać przykład występowania zjawiska samoindukcji</li> <li>• opisuje sieć domową jako przykład obwodu rozgałęzionego,</li> <li>• opisuje funkcję bezpiecznika przeciążeniowego oraz przewodu uziemiającego,</li> <li>• opisuje sposób postępowania w przypadku porażenia prądem.</li> <li>• wskazać prądnicę jako urządzenie, w którym następuje zamiana energii mechanicznej na energię elektryczną,</li> <li>• nazwać prąd powstający w prądnicy i zdefiniować jego okres, częstotliwość i fazę,</li> <li>• podać wartość liczbową napięcia skutecznego w sieci miejskiej w Polsce</li> <li>• zna budowę prądnicy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać sposoby wzbudzania prądu indukcyjnego przez zmianę indukcji magnetycznej w nieruchomym obwodzie i odpowiednio poruszającym się obwodzie</li> <li>• opisać sposób obliczania napięcia między końcami pręta poruszającego się w jednorodnym polu magnetycznym prostopadle do linii pola,</li> <li>• sformułować prawo indukcji Faradaya</li> <li>• sformułować regułę Lenza</li> <li>• opisuje funkcję bezpiecznika różnicowoprądowego,</li> <li>• wskazuje niebezpieczeństwa związane z używaniem prądu elektrycznego,</li> <li>• oblicza maksymalną moc urządzeń w obwodach zabezpieczonych danym bezpiecznikiem.</li> <li>• objaśnić, na czym polega zjawisko samoindukcji,</li> <li>• wymienić wielkości fizyczne, od których zależy indukcyjność zwojnicy, i podać jednostkę indukcyjności</li> <li>• opisać działanie prądnicy na przykładzie modelu,</li> <li>• zapisać wzorem i przedstawić na wykresie zależność SEM indukowanej w prądnicy od czasu,</li> <li>• wyjaśnić sens fizyczny natężenia i napięcia skutecznego i zapisać te</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować strumień magnetyczny i jego jednostkę,</li> <li>• podać ogólny warunek wzbudzania prądu indukcyjnego w zamkniętym obwodzie</li> <li>• wyprowadzić wzór na napięcie między końcami pręta poruszającego się w jednorodnym polu magnetycznym prostopadle do linii pola,</li> <li>• na podstawie prawa Faradaya sformułować warunek, przy spełnieniu którego SEM indukcji ma stałą wartość,</li> <li>• obliczać siłę elektromotoryczną indukcji jako szybkość zmiany strumienia indukcji magnetycznej</li> <li>• uzasadnić regułę Lenza jako konsekwencję zasady zachowania energii,</li> <li>• stosować regułę Lenza w prostych przykładach rysuje schematy domowej sieci elektrycznej,</li> <li>• wskazuje skutki przerwania dostaw energii elektrycznej do urządzeń o kluczowym znaczeniu</li> <li>• zapisać i zinterpretować wzór na SEM samoindukcji,</li> <li>• uzasadnić kształt wykresu <math>I(t)</math> podczas zamykania i otwierania</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• na podstawie tekstów dotyczących historii odkryć kluczowych dla rozwoju fizyki przygotować prezentację na temat odkrycia przez Faradaya zjawiska indukcji elektromagnetycznej</li> <li>• wyprowadzić wzór na SEM indukcji,</li> <li>• przeprowadzić analizę znaku SEM indukcji,</li> <li>• sporządzać i interpretować wykresy <math>\Phi(t)</math>, <math>\varepsilon(t)</math> oraz <math>I(t)</math></li> <li>• stosować regułę Lenza w skomplikowanych przykładach</li> <li>• wyjaśnić zasadę działania bezpiecznika różnicowoprądowego,</li> <li>• stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych</li> <li>• wyprowadzić wzór na SEM samoindukcji i przeprowadzić analizę jej znaku</li> <li>• sporządzać wykresy <math>\Phi(t)</math> i <math>\varepsilon(t)</math> oraz analizować ich przebieg,</li> <li>• przeprowadzić odpowiednie rozumowanie i wyprowadzić wzór na natężenie skuteczne prądu przemiennego,</li> <li>• wyprowadzić wzór na natężenie skuteczne prądu zmiennego na podstawie wykresu <math>I(t)</math></li> <li>• wyprowadzić wzór na przekładnię idealnego transformatora,</li> </ul>
---	---	--	---

<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić funkcję, którą spełnia w sieci transformator,</li> <li>• opisać budowę transformatora,</li> </ul>	<p>wielkości wzorami</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić zasadę działania transformatora,</li> <li>• zdefiniować przekładnię transformatora,</li> <li>• zapisać i objaśnić związek ilorazu napięć skutecznych w uzwojeniach pierwotnym i wtórnym z przekładnią</li> </ul>	<p>obwodu prądu stałego</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• przeanalizować zmiany strumienia magnetycznego obejmowanego przez ramkę w modelu prądnicy,</li> <li>• zapisać wzorami napięcie chwilowe, natężenie chwilowe i moc chwilową prądu przemiennego,</li> <li>• zdefiniować i zapisać wzorem moc skuteczną</li> <li>• znaleźć związek między natężeniami prądu w uzwojeniach transformatora,</li> <li>• wykazać efektywność przesyłania prądu pod wysokim napięciem,</li> <li>• obliczać straty energii w linii przesyłowej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych</li> </ul>
	<p><b>Korpuskularno- falowa natura promieniowania elektromagnetycznego i materii</b></p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• omówić widmo fal elektromagnetycznych</li> <li>• podać źródła fal z poszczególnych zakresów długości i omówić ich zastosowania</li> <li>• wyjaśnić, na czym polegają zjawiska dyfrakcji i interferencji światła,</li> <li>• posługiwać się pojęciem spójności fal,</li> <li>• podać przykłady praktycznego wykorzystywania zjawiska polaryzacji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać jedną z metod pomiaru wartości prędkości światła,</li> <li>• opisać zjawisko rozszczepienia światła,</li> <li>• opisać zjawiska dyfrakcji i interferencji światła,</li> <li>• opisać siatkę dyfrakcyjną i posługiwać się pojęciem stałej siatki,</li> <li>• sformułować warunek zajścia efektu fotoelektrycznego dla metalu o pracy wyjścia <math>W</math>,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• porównać obrazy otrzymane na ekranie po przejściu przez siatkę dyfrakcyjną światła monochromatycznego i światła białego,</li> <li>• zapisać wzór wyrażający zależność położenia prążka <math>n</math>-tego rzędu od długości fali i odległości między szczelinami i poprawnie go zinterpretować,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Przedstawić rozumowanie, w którym na podstawie analogii między obwodem LC i wahadłem matematycznym można otrzymać wzór na okres drgań elektrycznych oraz objaśnić wytwarzanie fal elektromagnetycznym</li> <li>• rozwiązywać problemy z zastosowaniem zależności</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić, na czym polega zjawisko fotoelektryczne,</li> <li>• posługiwać się pojęciem pracy wyjścia elektronu z metalu,</li> <li>• podać przykłady zastosowania fotokomórki,</li> <li>• zapisać i zinterpretować wzór na energię kwantu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• odpowiedzieć na pytania: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Od czego zależy energia kinetyczna fotoelektronów?</li> <li>– Od czego zależy liczba fotoelektronów wybitych z metalu w jednostce czasu?</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnić zjawisko polaryzacji światła (jakościowo),</li> <li>• wymienić sposoby polaryzowania światła.</li> <li>• wyjaśnić zjawisko fotoelektryczne na podstawie kwantowego modelu światła,</li> <li>• napisać i objaśnić wzór na energię kinetyczną fotoelektronów,</li> <li>• narysować i objaśnić wykres zależności energii kinetycznej fotoelektronów od częstotliwości (dla kilku metali).</li> </ul>	<p><math>d \sin \alpha = n \lambda</math>,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• posługiwać się pojęciem kąta Brewstera narysować i omówić charakterystykę prądowo-napięciową fotokomórki,</li> <li>• omówić doświadczenia dotyczące badania efektu fotoelektrycznego i wynikające z nich wnioski,</li> <li>• rozwiązywać zadania dotyczące zjawiska fotoelektrycznego,</li> <li>• przygotować prezentację pt. „Narodziny fizyki kwantowej</li> </ul>
---	--	---	--