

Wymagania edukacyjne dla klasy III (3 letnie liceum) Poziom Rozszerzony

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
7. Ruch harmoniczny i fale mechaniczne				
1	Sprężystość jako makroskopowy efekt mikroskopowych oddziaływań elektromagnetycznych	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić różnice między odkształceniami sprężystymi i niesprężystymi, • wymienić stany skupienia, w których nie występuje sprężystość postaci. 	<ul style="list-style-type: none"> • na przykładzie rozciąganej sprężyny wyjaśnić proporcjonalność prostą $x \sim F_s$. 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić przyczynę występowania sprężystości postaci ciał stałych.
2	Ruch drgający harmoniczny	<ul style="list-style-type: none"> • wymienić przykłady ruchu drgającego w przyrodzie, • wymienić i objaśnić pojęcia służące do opisu ruchu drgającego, • podać cechy ruchu harmonicznego, • zapisać i objaśnić związek siły, pod wpływem której odbywa się ruch harmoniczny, z wychyleniem ciała z położenia równowagi, • podać sens fizyczny współczynnika sprężystości dla sprężyny. 	<ul style="list-style-type: none"> • podać warunki, w których ruch drgający jest ruchem harmonicznym. 	<ul style="list-style-type: none"> • uzasadnić, że ruch drgający harmoniczny jest ruchem niejednostajnie zmiennym.
3	<p>Matematyczny opis ruchu harmonicznego</p> <p>– Współrzędne: położenia, prędkości i przyspieszenia w ruchu harmonicznym</p> <p>– Okres drgań w ruchu harmonicznym</p> <p>– Energia w ruchu harmonicznym</p>	<ul style="list-style-type: none"> • sporządzić i omówić wykresy: $x(t)$, $v_x(t)$, $a_x(t)$, • omówić zmiany energii potencjalnej sprężystości i energii kinetycznej ciała wykonującego ruch harmoniczny. 	<ul style="list-style-type: none"> • obliczyć współrzędne położenia, prędkości, przyspieszenia i siły w ruchu harmonicznym dzięki rozłożeniu ruchu punktu materialnego po okręgu na dwie składowe, • wyjaśnić pojęcie fazy drgań, • podać i objaśnić wzór na okres drgań harmonicznym, • podać wzory na energię potencjalną sprężystości, energię kinetyczną i energię całkowitą ciała drgającego, 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić pojęcie fazy początkowej i zapisać związki $x(t)$, $v_x(t)$, $a_x(t)$ i $F_x(t)$ z użyciem tego pojęcia, • wyprowadzić wzór na okres drgań w ruchu harmonicznym, • wyprowadzić wzory na energię potencjalną sprężystości i energię kinetyczną ciała drgającego, • udowodnić, że całkowita energia mechaniczna ciała wykonującego ruch harmoniczny jest stała, • rozwiązywać zadania

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
			<ul style="list-style-type: none"> sporządzić wykresy zależności: $E_p(t)$, $E_k(t)$, $E_c(t)$, $E_p(x)$ i $E_k(x)$. 	z wykorzystaniem matematycznego opisu ruchu drgającego.
4	Wahadło matematyczne	<ul style="list-style-type: none"> zapisać i objaśnić wzór na okres drgań wahadła matematycznego. 	<ul style="list-style-type: none"> podać definicję wahadła matematycznego, opisać sposób wykorzystania wahadła matematycznego do wyznaczania przyspieszenia ziemskiego. 	<ul style="list-style-type: none"> wyprowadzić wzór na okres drgań wahadła matematycznego, wykazać, że dla małych kątów wychylenia ruch wahadła matematycznego jest ruchem harmonicznym.
5	Drgania wymuszone i rezonansowe	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić, na czym polega zjawisko rezonansu mechanicznego, zademonstrować zjawisko rezonansu mechanicznego. 	<ul style="list-style-type: none"> zapisać wzorem i objaśnić pojęcie częstotliwości drgań własnych, wyjaśnić powstawanie drgań wymuszonych. 	
6	Pojęcie fali. Fale podłużne i poprzeczne	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić, na czym polega rozchodzenie się fali mechanicznej, wyjaśnić różnicę między falą poprzeczną i falą podłużną, podać przykłady ośrodków, w których rozchodzą się fale poprzeczne oraz ośrodków, w których rozchodzą się fale podłużne. 	<ul style="list-style-type: none"> uzasadnić fakt, że fala podłużna może się rozchodzić w każdym ośrodku, a fala poprzeczna tylko w ciałach stałych i na powierzchni cieczy, podać definicję fali harmonicznej. 	
7	Wielkości charakteryzujące fale	<ul style="list-style-type: none"> wymienić i objaśnić wielkości charakteryzujące fale. 	<ul style="list-style-type: none"> stosować w obliczeniach związek między długością fali, częstotliwością, okresem i szybkością rozchodzenia się fali. 	
8	Funkcja falowa fali płaskiej	<ul style="list-style-type: none"> uzasadnić (posługując się funkcją falową) fakt, że wychylenie cząstki ośrodka biorącej udział w ruchu falowym zależy od jej położenia (x) i od czasu (t). 	<ul style="list-style-type: none"> podać wzór na wychylenie cząstki biorącej udział w ruchu falowym (funkcję falową) i objaśnić go, wyjaśnić, co nazywamy fazą fali, wykazać, że energia transportowana przez falę jest wprost proporcjonalna 	<ul style="list-style-type: none"> zbadać zależność $y(x)$ – wychylenia cząstki od jej odległości od źródła w ustalonej chwili, zbadać zależność $y(t)$ – wychylenia od czasu dla wybranej cząstki biorącej udział w ruchu falowym,

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
			do kwadratu amplitudy tej fali.	<ul style="list-style-type: none"> stosować funkcję falową do obliczania długości fali.
9	Badanie zależności $y(x)$ dla interferujących fal o jednakowych amplitudach i częstotliwościach	<ul style="list-style-type: none"> podać zasadę superpozycji fal, wyjaśnić pojęcie przesunięcia fazowego, przedstawić na wykresach wynik interferencji fal przesuniętych w fazie o: $\phi_0 = 0^\circ$, $0^\circ < \phi_0 < 180^\circ$, $\phi_0 = 180^\circ$, podać warunek, przy którym w wyniku interferencji dwóch fal powstaje fala stojąca, opisać falę stojącą (strzałki, węzły). 	<ul style="list-style-type: none"> analizować i wyjaśniać wynik interferencji fal o częstotliwościach ν_1 i $\nu_2 = 2\nu_1$ oraz ν_1 i $\nu_2 = 3\nu_1$, wyjaśnić pojęcia częstotliwości podstawowej i wyższych harmonicznych, zinterpretować graficznie amplitudę fali w funkcji falowej opisującej falę stojącą, obliczyć odległość między sąsiednimi węzłami lub strzałkami fali stojącej, opisać fale stojące w strunach. 	<ul style="list-style-type: none"> dokonać matematycznie superpozycji dwóch fal przesuniętych w fazie o ϕ_0 i zinterpretować otrzymaną funkcję falową, dokonać matematycznie superpozycji dwóch fal, w wyniku której powstaje fala stojąca i zinterpretować otrzymaną funkcję falową, rozwiązywać zadania dotyczące fal stojących.
10	Badanie zależności $y(t)$ dla interferujących fal wysyłanych przez identyczne źródła	<ul style="list-style-type: none"> podać treść zasady Huygensa, opisać zjawisko dyfrakcji, zdefiniować źródła spójne (źródła fal spójnych), podać warunki wzmocnienia fali i jej wygaszenia w przypadku interferencji fal wysyłanych przez identyczne źródła. 	<ul style="list-style-type: none"> podać warunek, przy którym następuje silne ugięcie fali oraz warunek, przy którym zjawisko ugięcia można pominąć, na podstawie funkcji falowej fali powstałej wskutek interferencji dwóch fal wysyłanych przez identyczne źródła uzasadnić fakt, że wynik interferencji w danym punkcie nie zmienia się z czasem. 	<ul style="list-style-type: none"> dokonać matematycznie interferencji fal harmonicznych wysyłanych przez identyczne źródła i wyprowadzić wzory opisujące warunek wzmocnienia fali i warunek wygaszenia fali, rozwiązywać zadania z wykorzystaniem warunków wzmocnienia i wygaszenia fal.
11	Fale akustyczne	<ul style="list-style-type: none"> podać cechy fal akustycznych, podać przykłady szybkości rozchodzenia się fal akustycznych (w powietrzu, wodzie, żelazie). 	<ul style="list-style-type: none"> opisać różnice między tonami, dźwiękami i szumami. 	<ul style="list-style-type: none"> opisać zakres natężenia fal akustycznych rejestrowanych przez mózg ludzki.
12	Zjawisko Dopplera	<ul style="list-style-type: none"> opisać zjawisko Dopplera w przypadku poruszającego się źródła i nieruchomego obserwatora. 	<ul style="list-style-type: none"> opisać zjawisko Dopplera w dowolnym przypadku względnego ruchu źródła dźwięku i obserwatora, 	<ul style="list-style-type: none"> zinterpretować wzór ogólny (dla wszystkich przypadków) na częstotliwość odbieranego dźwięku

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
			<ul style="list-style-type: none"> wyprowadzić wzór na częstotliwość odbieranego dźwięku w przypadku poruszającego się źródła i nieruchomego obserwatora. 	<p>w przypadku względnego ruchu źródła i obserwatora,</p> <ul style="list-style-type: none"> rozwiązywać zadania dotyczące zjawiska Dopplera.
8. Zjawiska termodynamiczne				
1	Ciśnienie gazu w naczyniu zamkniętym	<ul style="list-style-type: none"> opisać założenia teorii kinetyczno-molekularnej gazu doskonałego, wyjaśnić z punktu widzenia teorii wywieranie przez gaz ciśnienia na ścianki naczynia, wymienić czynniki wpływające na ciśnienie gazu w naczyniu zamkniętym. 	<ul style="list-style-type: none"> zapisać wzór na ciśnienie gazu (podstawowy wzór teorii kinetyczno-molekularnej), wyrazić wzór na ciśnienie gazu przez różne wielkości fizyczne (liczbę moli, masę pojedynczej cząsteczki, gęstość gazu itp.). 	<ul style="list-style-type: none"> wyprowadzić wzór na ciśnienie gazu w naczyniu zamkniętym.
2	Równanie stanu gazu doskonałego. Równanie Clapeyrona	<ul style="list-style-type: none"> zapisać i objaśnić równanie stanu gazu doskonałego, zapisać i objaśnić równanie Clapeyrona. 	<ul style="list-style-type: none"> zapisać równanie Clapeyrona dla liczby moli n i liczby cząsteczek N (stała Boltzmanna). 	<ul style="list-style-type: none"> wyrazić średnią energię kinetyczną ruchu postępowego cząsteczek gazu doskonałego przez jego temperaturę T i stałą Boltzmanna.
3	Szczególne przemiany gazu doskonałego – Przemiana izotermiczna – Przemiana izochoryczna – Przemiana izobaryczna	<ul style="list-style-type: none"> wymienić i opisać przemiany szczególne gazu doskonałego, sformułować prawa dla przemian szczególnych, przeliczyć temperaturę wyrażoną w skali Celsjusza na kelwiny i odwrotnie. 	<ul style="list-style-type: none"> otrzymać z równania Clapeyrona prawa rządzące szczególnymi przemianami gazu doskonałego, sporządzać i interpretować wykresy $p(V)$, $V(T)$ i $p(T)$, każdą przemianę szczególną przedstawić w różnych układach współrzędnych. 	<ul style="list-style-type: none"> interpretować prawa gazów z punktu widzenia teorii kinetyczno-molekularnej, posługiwać się pojęciem współczynnika rozszerzalności objętościowej gazu, rozwiązywać problemy przez zastosowanie ilościowego opisu przemian gazu doskonałego.
4	Energia wewnętrzna gazu. Stopnie	<ul style="list-style-type: none"> zdefiniować energię wewnętrzną 	<ul style="list-style-type: none"> zapisać wzór na zmianę energii 	<ul style="list-style-type: none"> posługiwać się pojęciem stopni

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
	swobody	<p>ciała i energię wewnętrzną gazu doskonałego,</p> <ul style="list-style-type: none"> korzystać z informacji, że energia wewnętrzna danej masy danego gazu doskonałego zależy jedynie od jego temperatury, a zmiana energii wewnętrznej jest związana jedynie ze zmianą temperatury. 	wewnętrznej gazu doskonałego jako funkcję zmiany jego temperatury.	<p>swobody cząsteczek gazu,</p> <ul style="list-style-type: none"> wyrazić wzór na całkowitą średnią energię kinetyczną cząsteczki (wszystkich rodzajów ruchu) przez liczbę stopni swobody cząsteczek gazów jedno-, dwu- i wieloatomowych.
5	Pierwsza zasada termodynamiki i jej zastosowanie do przemian gazowych	<ul style="list-style-type: none"> posługiwać się pojęciem ciepła i przekazu ciepła, wypowiedzieć, zapisać i wyjaśnić pierwszą zasadę termodynamiki, korzystać z informacji, że pierwsza zasada termodynamiki jest zasadą zachowania energii układu, obliczać pracę objętościową na podstawie wykresu $p(V)$ w prostych przypadkach, zapisać pierwszą zasadę termodynamiki dla przemian: izotermicznej, izochorycznej i izobarycznej. 	<ul style="list-style-type: none"> interpretować przemiany gazowe (w tym także adiabatyczną) z punktu widzenia pierwszej zasady termodynamiki. 	<ul style="list-style-type: none"> rozwiązywać problemy ilościowe z zastosowaniem pierwszej zasady termodynamiki do przemian gazowych.
6	Ciepło właściwe i ciepło molowe	<ul style="list-style-type: none"> rozdzielić pojęcia ciepła właściwego i ciepła molowego. 	<ul style="list-style-type: none"> definiować pojęcie ciepła właściwego i ciepła molowego substancji, posługiwać się pojęciami ciepła molowego gazu w stałym ciśnieniu i ciepła molowego w stałej objętości i obliczać ich różnicę. 	<ul style="list-style-type: none"> wyprowadzić związek między C_p i C_v (różnicę i stosunek), korzystać z informacji, że C_p/C_v zależy od liczby stopni swobody cząsteczek.

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
7	Energia wewnętrzna jako funkcja stanu	<ul style="list-style-type: none"> korzystać z informacji, że zmiana energii wewnętrznej podczas przejścia gazu między dwoma stanami nie zależy od procesu (tak jak praca i ciepło), tylko od stanu początkowego i końcowego. 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić znaczenie stwierdzenia, że energia wewnętrzna jest funkcją stanu gazu (ciała). 	<ul style="list-style-type: none"> zapisać ogólny wzór na zmianę energii wewnętrznej gazu, słuszny w każdym procesie, korzystać z powyższego wzoru podczas rozwiązywania problemów ilościowych.
8	Silniki cieplne. Odwracalny cykl Carnota	<ul style="list-style-type: none"> opisać zasadę działania silnika cieplnego, wymienić przemiany, z których składa się cykl Carnota, posługiwać się pojęciem sprawności silnika cieplnego, korzystać z informacji, że nie całe ciepło pobrane ze źródła może być zamienione na pracę. 	<ul style="list-style-type: none"> zdefiniować sprawność silnika cieplnego, obliczać sprawność różnych cykli, sformułować drugą zasadę termodynamiki. 	<ul style="list-style-type: none"> posługiwać się pojęciem entropii układu i zmiany entropii, korzystać z informacji, że w procesach samorzutnych entropia układu wzrasta.
9	Przejścia fazowe	<ul style="list-style-type: none"> opisać procesy: topnienia, krzepnięcia, parowania, skraplania, sublimacji, resublimacji, odróżniać wrzenie od parowania. 	<ul style="list-style-type: none"> zdefiniować ciepła przemian fazowych, sporządzać i interpretować odpowiednie wykresy, opisywać przemiany energii w przemianach fazowych. 	<ul style="list-style-type: none"> rozwiązywać ilościowe problemy dotyczące bilansu cieplnego z uwzględnieniem przemian fazowych.
10	Para nasycona i para nienasycona	<ul style="list-style-type: none"> analizować wpływ zewnętrznego ciśnienia na temperaturę wrzenia cieczy. 	<ul style="list-style-type: none"> posługiwać się pojęciami pary nasyconej i pary nienasyconej, korzystać z informacji, że ciśnienie pary nasyconej można zwiększyć jedynie przez wzrost temperatury, korzystać z informacji, że do pary nienasyconej można w przybliżeniu stosować prawa gazowe. 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić, dlaczego ciśnienie pary nasyconej ze wzrostem temperatury wzrasta bardziej gwałtownie niż ciśnienie pary nienasyconej.

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
11	Rozszerzalność termiczna ciał	<ul style="list-style-type: none"> omówić na przykładach zjawisko rozszerzalności termicznej ciał, obliczać zmiany objętości odpowiadające zmianom temperatury. 	<ul style="list-style-type: none"> zdefiniować współczynnik rozszerzalności liniowej ciał stałych oraz objętościowej ciał stałych i cieczy. 	<ul style="list-style-type: none"> podać (ewentualnie wyprowadzić) związek między współczynnikami rozszerzalności liniowej i objętościowej ciała stałego.
12	Transport energii przez przewodnictwo i konwekcję	<ul style="list-style-type: none"> opisać zjawiska przewodzenia i konwekcji i podać przykłady praktycznego wykorzystania tych zjawisk, podać przykłady ciał, które są dobrymi przewodnikami ciepła. 	<ul style="list-style-type: none"> omówić doświadczenia pozwalające zbadać zjawisko przewodnictwa cieplnego ciał stałych, cieczy i gazów oraz sformułować wnioski wynikające z tych doświadczeń. 	<ul style="list-style-type: none"> objaśnić analogie między przewodzeniem ciepła i przewodzeniem prądu elektrycznego, opisać ilościowo zjawisko przewodnictwa cieplnego.
9. Pole elektrostatyczne				
1	Wzajemne oddziaływanie ciał naelektryzowanych	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić, co to znaczy, że ciało jest naelektryzowane, opisać oddziaływanie ciał naelektryzowanych, zapisać i objaśnić prawo Coulomba, wypowiedzieć i objaśnić zasadę zachowania ładunku, opisać i wyjaśnić sposoby elektryzowania ciał, posługując się zasadą zachowania ładunku. 	<ul style="list-style-type: none"> podać wartość ładunku elementarnego, objaśnić pojęcie przenikalności elektrycznej ośrodka, rozwiązywać zadania doświadczalne dotyczące elektryzowania ciał. 	<ul style="list-style-type: none"> rozwiązywać zadania z zastosowaniem prawa Coulomba.
2	Natężenie pola elektrostatycznego	<ul style="list-style-type: none"> podać sens fizyczny natężenia pola elektrostatycznego w danym punkcie, przedstawić graficznie (za pomocą linii pola) pole centralne i jednorodne, odpowiedzieć na pytanie: „Od czego zależy natężenie pola centralnego 	<ul style="list-style-type: none"> wypowiedzieć definicję natężenia pola, na podstawie definicji podać jednostkę natężenia pola w układzie SI, obliczać natężenie pola wytworzonego przez ładunek punktowy, 	<ul style="list-style-type: none"> sporządzać wykres $E(r)$ dla pola wytworzonego przez ładunek punktowy, obliczyć natężenie pola wytworzonego przez wybrane układy ładunków.

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
		<p>w danym punkcie?”, <ul style="list-style-type: none"> opisać jakościowo (z wykorzystaniem zasady superpozycji pól) pole wytworzone przez wybrane układy ładunków. </p>	<ul style="list-style-type: none"> obliczyć natężenie pola w różnych punktach symetrycznej odcinka łączącego ładunki tworzące dipol elektryczny. 	
3	Naelektryzowany przewodnik	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić działanie piorunochronu i klatki Faradaya, przedstawić graficznie pole wytworzone przez naelektryzowaną metalową kulę, opisać jakościowo rozkład ładunku wprowadzonego na przewodnik o dowolnym kształcie. 	<ul style="list-style-type: none"> zapropionować doświadczalny sposób sprawdzenia rozkładu ładunku wewnątrz i na zewnątrz naładowanego przewodnika. 	<ul style="list-style-type: none"> przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wniosku, że linie pola elektrostatycznego są w każdym punkcie prostopadłe do powierzchni naładowanego przewodnika.
4	Przewodnik w polu elektrostatycznym		<ul style="list-style-type: none"> przedstawić graficznie pole elektrostatyczne wytworzone przez naelektryzowaną kulę, do której zbliżono metalowy przedmiot. 	<ul style="list-style-type: none"> uzasadnić fakt, że wewnątrz przewodnika znajdującego się w zewnętrznym polu elektrostatycznym natężenie pola jest równe zero.
5	Analogie między wielkościami opisującymi pola grawitacyjne i elektrostatyczne		<ul style="list-style-type: none"> zapisać i objaśnić wzór na energię potencjalną ładunku w elektrostatycznym polu centralnym, podać definicję potencjału pola elektrostatycznego w danym punkcie, korzystać z ogólnego wzoru na pracę w polu elektrostatycznym ($W = qU$) do opisu zjawisk i ich zastosowań. 	<ul style="list-style-type: none"> wykorzystać analogie między opisem pola grawitacyjnego i pola elektrostatycznego do zapisania wzorami wielkości opisujących pole elektrostatyczne i pracę przy przemieszczaniu ładunku w tym polu, wykorzystać definicję potencjału do wyprowadzenia ogólnego wzoru na pracę w polu elektrostatycznym.

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
6	Pojemność elektryczna ciała przewodzącego	<ul style="list-style-type: none"> zdefiniować pojemność przewodnika i jednostkę pojemności, odpowiedzieć na pytanie: „Od czego zależy pojemność przewodnika?”. 		
7	Kondensator	<ul style="list-style-type: none"> objaśnić pojęcie kondensatora, odpowiedzieć na pytanie: „Od czego i jak zależy pojemność kondensatora płaskiego?”. 	<ul style="list-style-type: none"> objaśnić znaczenie współczynnika ϵ. 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić wpływ dielektryka na pojemność kondensatora, rozwiązywać zadania dotyczące pojemności kondensatora płaskiego, rozwiązywać zadania dotyczące łączenia kondensatorów.
8	Energia naładowanego kondensatora		<ul style="list-style-type: none"> objaśnić, od czego i jak zależy energia naładowanego kondensatora. 	<ul style="list-style-type: none"> rozwiązywać zadania dotyczące energii kondensatora płaskiego.
9	Ruch naładowanej cząstki w polu elektrostatycznym	<ul style="list-style-type: none"> analizować jakościowo ruch cząstki naładowanej w jednorodnym polu elektrostatycznym w przypadku, gdy: <ul style="list-style-type: none"> $\vec{v}_0 = \vec{0}$ $\vec{v}_0 \parallel \vec{E}$ $\vec{v}_0 \perp \vec{E}$ 	<ul style="list-style-type: none"> opisać budowę i działanie lampy oscyloskopowej. 	<ul style="list-style-type: none"> przygotować prezentację na temat zastosowania lampy oscyloskopowej w oscylografach, elektrokardiografach, urządzeniach radarowych itp.
10. Prąd stały				
1	Prąd elektryczny jako przepływ ładunku. Natężenie prądu	<ul style="list-style-type: none"> opisać zjawisko prądu elektrycznego w metalach, podać definicję natężenia prądu, sformułować pierwsze prawo 	<ul style="list-style-type: none"> obliczać ładunek przepływający w obwodzie na podstawie wykresu zależności natężenia prądu od czasu. 	

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
		Kirchhoffa i stosować je w rozwiązywaniu zadań.		
2	Badanie zależności natężenia prądu od napięcia dla odcinka obwodu	<ul style="list-style-type: none"> • podać zależność natężenia prądu od przyłożonego napięcia w przewodnikach metalicznych (gdy można pominąć wpływ temperatury na natężenie prądu), • podać definicję oporu elektrycznego odcinka obwodu i jego jednostki. 	<ul style="list-style-type: none"> • opisać charakterystyki prądowo-napięciowe dla różnych odbiorników, • opisać wpływ temperatury na opór przewodnika metalowego. 	<ul style="list-style-type: none"> • oszacować współczynnik temperaturowy oporu na podstawie wykresu $R(t)$, • zaplanować doświadczenie, którego celem jest sporządzenie charakterystyki prądowo-napięciowej odbiornika i wyznaczenie oporu.
3	Łączenie szeregowe i równoległe odbiorników energii elektrycznej	<ul style="list-style-type: none"> • posługiwać się pojęciami: połączenie szeregowe, połączenie równoległe, opór zastępczy, • podać wzory na opór zastępczy odbiorników połączonych szeregowo i równoległe i stosować je w rozwiązywaniu zadań, • wyjaśnić rolę bezpieczników w domowej instalacji elektrycznej. 	<ul style="list-style-type: none"> • wyprowadzić wzory na opory zastępcze, • obliczać opór zastępczy dla połączeń mieszanych odbiorników, • wykonywać obliczenia konieczne przy zmianie zakresu mierników elektrycznych. 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić, dlaczego wyznaczanie oporu za pomocą amperomierza i woltomierza jest zawsze obciążone błędem i jak stosować odpowiednie poprawki.
4	Zależność oporu przewodnika od jego długości i przekroju poprzecznego	<ul style="list-style-type: none"> • przedstawić ilościową zależność oporu elektrycznego przewodnika od jego długości i pola przekroju poprzecznego, • podać jednostki i sens fizyczny oporu właściwego materiału, • podać przykłady dobrych przewodników prądu elektrycznego. 	<ul style="list-style-type: none"> • zaplanować doświadczenie sprawdzające zależność oporu przewodnika od jego długości i pola przekroju poprzecznego. 	<ul style="list-style-type: none"> • przedstawić rozumowanie doprowadzające do wniosku, jak opór przewodnika zależy od jego długości i pola przekroju poprzecznego.
5	Praca i moc prądu elektrycznego	<ul style="list-style-type: none"> • zapisać wzory na pracę i moc prądu elektrycznego, • zapisać wzór na tzw. ciepło Joule'a. 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić, kiedy wszystkie wzory na pracę i moc prądu są sobie równoważne. 	<ul style="list-style-type: none"> • rozwiązywać problemy ilościowe dotyczące mocy w odbiornikach połączonych szeregowo i równoległe.
6	Siła elektromotoryczna źródła energii	<ul style="list-style-type: none"> • opisać budowę ogniw 	<ul style="list-style-type: none"> • zdefiniować siłę elektromotoryczną 	

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
	elektrycznej	galwanicznych, <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić pojęcie siły elektromotorycznej ogniwa. 	ogniwa.	
7	Prosty obwód zamknięty prądu stałego	<ul style="list-style-type: none"> podać i wyjaśnić prawo Ohma dla zamkniętego obwodu, zaplanować doświadczenie, którego celem jest obserwacja zależności natężenia prądu w obwodzie od oporu zewnętrznego, 		<ul style="list-style-type: none"> wyprowadzić prawo Ohma dla zamkniętego obwodu z zasady zachowania energii.
8	Co wskazuje woltomierz dołączony do źródła siły elektromotorycznej?	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić, jaką wielkość wskazuje woltomierz dołączony do biegunów źródła w obwodzie otwartym i zamkniętym, wyjaśnić różnicę między siłą elektromotoryczną i napięciem pomiędzy biegunami (na podstawie prawa Ohma), wyjaśnić pojęcie oporu wewnętrznego ogniwa. 	<ul style="list-style-type: none"> zaplanować doświadczenie, którego celem jest sporządzenie wykresu zależności napięcia na końcach źródła od natężenia prądu. 	<ul style="list-style-type: none"> przedstawić na wykresie zależność $U(I)$ i wyznaczyć z wykresu siłę elektromotoryczną ogniwa i jego opór wewnętrzny.
9	Wzrosty i spadki potencjału w obwodzie zamkniętym. Drugie prawo Kirchhoffa	<ul style="list-style-type: none"> wypowiedzieć i zapisać drugie prawo Kirchhoffa dla oczka sieci, wyjaśnić konwencję znaków w zapisie drugiego prawa Kirchhoffa. 		<ul style="list-style-type: none"> prześledzić wzrosty i spadki potencjału w obwodzie zamkniętym (oczku).
10	Przykłady stosowania drugiego prawa Kirchhoffa		<ul style="list-style-type: none"> przedstawić bilans energii w obwodzie zamkniętym zawierającym tzw. elementy czynne (np. akumulator lub silnik elektryczny). 	<ul style="list-style-type: none"> rozwiązywać problemy ilościowe z wykorzystaniem praw Kirchhoffa.

11. Pole magnetyczne. Elektromagnetyzm

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
1	Magnesy trwałe. Pole magnetyczne magnesu	<ul style="list-style-type: none"> przedstawić graficznie pole magnetyczne magnesu trwałego. 		
2	Przewodnik z prądem w polu magnetycznym	<ul style="list-style-type: none"> opisać i wyjaśnić doświadczenie Oersteda. 		
3	Wektor indukcji magnetycznej	<ul style="list-style-type: none"> podać cechy siły elektrodynamicznej, stosować wzór na wartość siły elektrodynamicznej dla przypadku, gdy $\vec{\Delta}l \perp \vec{B}$, podać cechy wektora indukcji magnetycznej i jej jednostkę. 	<ul style="list-style-type: none"> zdefiniować indukcję magnetyczną, zdefiniować jednostkę indukcji magnetycznej, określić wartość, kierunek i zwrot siły elektrodynamicznej w konkretnych przypadkach. 	<ul style="list-style-type: none"> przedyskutować zależność wartości siły elektrodynamicznej od kąta między wektorem \vec{B} i przewodnikiem, rozwiązywać problemy związane z oddziaływaniem pola magnetycznego na przewodnik z prądem.
4	Naładowana cząstka w polu magnetycznym. Siła Lorentza. Cyklotron	<ul style="list-style-type: none"> podać cechy siły Lorentza, stosować wzór na wartość siły Lorentza dla przypadku, gdy $\vec{v} \perp \vec{B}$. 	<ul style="list-style-type: none"> określić wartość, kierunek i zwrot siły Lorentza w konkretnych przypadkach, opisać ruch naładowanej cząstki w polu magnetycznym dla przypadku $\vec{v} \perp \vec{B}$. 	<ul style="list-style-type: none"> przedyskutować zależność wartości siły Lorentza od kąta między wektorami \vec{v} i \vec{B}, przedyskutować ruch naładowanej cząstki w polu magnetycznym w zależności od kąta między wektorami \vec{v} i \vec{B}, przedstawić zasadę działania cyklotronu i jego zastosowanie, rozwiązywać problemy związane z oddziaływaniem pola magnetycznego na poruszającą się cząstkę naładowaną.

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
5	Pole magnetyczne przewodników z prądem	<ul style="list-style-type: none"> opisać i przedstawić graficznie pole magnetyczne przewodnika prostoliniowego, przewodnika kołowego i zwojnicy. 		<ul style="list-style-type: none"> opisać wzajemne oddziaływania przewodników z prądem i podać definicję ampera.
6	Silnik elektryczny		<ul style="list-style-type: none"> objaśnić zasadę działania silnika elektrycznego. 	
7	Właściwości magnetyczne substancji	<ul style="list-style-type: none"> podać przykłady zastosowania ferromagnetyków. 	<ul style="list-style-type: none"> jakościowo opisać właściwości magnetyczne substancji. 	
8	Zjawisko indukcji elektromagnetycznej	<ul style="list-style-type: none"> objaśnić, na czym polega zjawisko indukcji elektromagnetycznej i podać warunki jego występowania, podać przykładowe sposoby wzbudzenia prądu indukcyjnego, objaśnić pojęcie strumienia magnetycznego i podać jego jednostkę, posługiwać się pojęciem strumienia magnetycznego. 	<ul style="list-style-type: none"> zapisać i przedyskutować wzór na strumień wektora indukcji magnetycznej, obliczać strumień magnetyczny. 	
9	Siła elektromotoryczna indukcji	<ul style="list-style-type: none"> odpowiedzieć na pytanie: „Od czego zależy siła elektromotoryczna indukcji?”, poprawnie interpretować prawo indukcji elektromagnetycznej Faradaya. 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić, dlaczego między końcami przewodnika poruszającego się w polu magnetycznym prostopadle do linii pola powstaje napięcie elektryczne, sporządzać wykresy $\Phi(t)$ i $\mathcal{E}(t)$, poprawnie interpretować wyrażenie na siłę elektromotoryczną indukcji. 	<ul style="list-style-type: none"> wyprowadzić wzór na napięcie powstające między końcami przewodnika poruszającego się w polu magnetycznym prostopadle do linii pola.

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
10	Reguła Lenza	<ul style="list-style-type: none"> stosować regułę Lenza. 		
11	Zjawisko samoindukcji	<ul style="list-style-type: none"> objaśnić, na czym polega zjawisko samoindukcji i podać warunki jego występowania, odpowiedzieć na pytanie: „Od czego zależy współczynnik samoindukcji zwojnicy?”, podać jednostkę indukcyjności. 	<ul style="list-style-type: none"> poprawnie interpretować wyrażenie na siłę elektromotoryczną samoindukcji. 	
12	Prąd zmienny	<ul style="list-style-type: none"> wymienić wielkości opisujące prąd przemienny. 	<ul style="list-style-type: none"> objaśnić zasadę działania prądnicy prądu przemiennego, posługiwać się wielkościami opisującymi prąd przemienny, obliczać pracę i moc prądu przemiennego. 	<ul style="list-style-type: none"> wyprowadzić wzór na ε dla prądnicy prądu przemiennego.
13	Transformator		<ul style="list-style-type: none"> objaśnić zasadę działania transformatora, podać przykłady zastosowania transformatora, wyjaśnić pojęcie ciepła Joule'a. 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić, dlaczego przesyłanie energii elektrycznej wiąże się z jej stratami, przygotować prezentację na temat przesyłania energii elektrycznej na duże odległości.
12. Optyka				
1	Zjawiska odbicia i załamania światła	<ul style="list-style-type: none"> objaśnić, na czym polega zjawisko odbicia światła, sformułować i stosować prawo odbicia, wyjaśnić zjawisko rozpraszania światła, 	<ul style="list-style-type: none"> zapisać i objaśnić związek względnego współczynnika załamania światła na granicy dwóch ośrodków z bezwzględnymi współczynnikami załamania tych ośrodków, 	<ul style="list-style-type: none"> zaplanować i wykonać doświadczenie pokazujące zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia, wyjaśnić zasadę działania światłowodu i podać przykłady jego zastosowania.

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
		<ul style="list-style-type: none"> opisać zjawisko załamania światła, zapisać i objaśnić prawo załamania światła i zdefiniować bezwzględny współczynnik załamania, objaśnić, na czym polega zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia, wymienić warunki, w których zachodzi całkowite wewnętrzne odbicie. 	<ul style="list-style-type: none"> zdefiniować kąt graniczny, wymienić przykłady praktycznego wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia, opisać przejście światła przez płytkę równoległościenną z wykorzystaniem prawa załamania, opisać przejście światła przez pryzmat z wykorzystaniem prawa załamania. 	
2	Zwierciadła	<ul style="list-style-type: none"> wymienić cechy obrazu otrzymanego w zwierciadle płaskim, omówić podział zwierciadeł kulistych na wklęsłe i wypukłe, objaśnić pojęcia: ognisko, ogniskowa, promień krzywizny, oś optyczna zwierciadła. 	<ul style="list-style-type: none"> wykonać konstrukcję obrazu w zwierciadle płaskim, zapisać równanie zwierciadła i poprawnie z niego korzystać, zapisać i objaśnić wzór na powiększenie obrazu, wykonać konstrukcje obrazów w zwierciadłach kulistych i wymienić ich cechy. 	<ul style="list-style-type: none"> narysować wykres funkcji $y(x)$ dla zwierciadła wklęsłego i podać interpretację tego wykresu, wymienić i omówić praktyczne zastosowania zwierciadeł.
3	Soczewki	<ul style="list-style-type: none"> opisać rodzaje soczewek, objaśnić pojęcia: ognisko, ogniskowa, promień krzywizny, oś optyczna soczewki, objaśnić pojęcie zdolności skupiającej soczewki, obliczać zdolność skupiającą soczewki. 	<ul style="list-style-type: none"> zapisać wzór informujący, od czego zależy ogniskowa soczewki i poprawnie go zinterpretować, obliczać zdolność skupiającą układów cienkich stykających się soczewek, sporządzać konstrukcje obrazów w soczewkach i wymienić cechy obrazu w każdym przypadku, zapisać i zinterpretować równanie soczewki, objaśnić działanie oka jako przyrządu optycznego. 	<ul style="list-style-type: none"> objaśnić zasadę działania lupy, korzystać z równania soczewki do rozwiązywania problemów, rozwiązywać problemy jakościowe i ilościowe związane z praktycznym wykorzystywaniem soczewek, przygotować prezentację na jeden z tematów: <ul style="list-style-type: none"> Wady wzroku i sposoby ich korygowania, Zastosowania soczewek i ich układów w przyrządach optycznych, Budowa i zasada działania mikroskopu optycznego.

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
4	Rozszczepienie światła białego w pryzmacie	<ul style="list-style-type: none"> opisać i wyjaśnić zjawisko rozszczepienia światła białego. 		
13. Dualna natura promieniowania i materii				
1	Fale elektromagnetyczne	<ul style="list-style-type: none"> omówić widmo fal elektromagnetycznych, podać źródła fal z poszczególnych zakresów długości; omówić zastosowanie fal elektromagnetycznych z poszczególnych zakresów długości. 		<ul style="list-style-type: none"> opisać powstawanie fal elektromagnetycznych w obwodach LC, wyjaśnić, dlaczego obwód LC nazywamy obwodem drgań elektrycznych, wskazać analogię drgań elektrycznych w obwodzie LC do drgań mechanicznych, wyjaśnić, na czym polega zjawisko rezonansu elektromagnetycznego.
2	Światło jako fala elektromagnetyczna	<ul style="list-style-type: none"> opisać jedną z metod pomiaru wartości prędkości światła, opisać zjawisko rozszczepienia światła, opisać zjawiska dyfrakcji i interferencji światła, opisać siatkę dyfrakcyjną i posługiwać się pojęciem stałej siatki, podać przykłady praktycznego wykorzystywania zjawiska polaryzacji. 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić, na czym polegają zjawiska dyfrakcji i interferencji światła, posługiwać się pojęciem spójności fal, porównać obrazy otrzymane na ekranie po przejściu przez siatkę dyfrakcyjną światła monochromatycznego i światła białego, zapisać wzór wyrażający zależność położenia prążka n-tego rzędu od długości fali i odległości między szczelinami i poprawnie go zinterpretować, objaśnić zjawisko polaryzacji światła (jakościowo), wymienić sposoby polaryzowania światła. 	<ul style="list-style-type: none"> rozwiązywać problemy z zastosowaniem zależności $d \sin \alpha = n \lambda$, posługiwać się pojęciem kąta Brewstera.
3	Zjawisko fotoelektryczne	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić, na czym polega zjawisko 	<ul style="list-style-type: none"> odpowiedzieć na pytania: 	<ul style="list-style-type: none"> narysować i omówić charakterystykę

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
		<ul style="list-style-type: none"> fotoelektryczne, posługiwać się pojęciem pracy wyjścia elektronu z metalu, sformułować warunek zajścia efektu fotoelektrycznego dla metalu o pracy wyjścia W, podać przykłady zastosowania fotokomórki, zapisać i zinterpretować wzór na energię kwantu. 	<ul style="list-style-type: none"> – Od czego zależy energia kinetyczna fotoelektronów? – Od czego zależy liczba fotoelektronów wybitych z metalu w jednostce czasu? • wyjaśnić zjawisko fotoelektryczne na podstawie kwantowego modelu światła, • napisać i objaśnić wzór na energię kinetyczną fotoelektronów, • narysować i objaśnić wykres zależności energii kinetycznej fotoelektronów od częstotliwości (dla kilku metali). 	<ul style="list-style-type: none"> prądowo-napięciową fotokomórki, • omówić doświadczenia dotyczące badania efektu fotoelektrycznego i wynikające z nich wnioski, • rozwiązywać zadania dotyczące zjawiska fotoelektrycznego, • przygotować prezentację pt. „Narodziny fizyki kwantowej”.
4	Emisja i absorpcja promieniowania elektromagnetycznego	<ul style="list-style-type: none"> • rozróżnić widmo ciągłe i widmo liniowe, • rozróżnić widmo emisyjne i absorpcyjne, • opisać widmo promieniowania ciał stałych i cieczy, • opisać widma gazów jednoatomowych i par pierwiastków, • opisać szczegółowo widmo atomu wodoru, • objaśnić wzór Balmera, • opisać metodę analizy widmowej, • podać przykłady zastosowania analizy widmowej, • wyjaśnić różnice między widmem emisyjnym i absorpcyjnym, • posługiwać się pojęciem atomu w stanie podstawowym i w stanie wzbudzonym, • wyjaśnić, jak powstają linie Fraunhofera w widmie słonecznym, • wyjaśnić pojęcie ciała doskonale czarnego. 	<ul style="list-style-type: none"> • sformułować i zapisać postulaty Bohra, • obliczyć całkowitą energię elektronu w atomie wodoru, • wyjaśnić, jak powstają serie widmowe (na podstawie modelu Bohra atomu wodoru), • zamienić energię wyrażoną w dżulach na energię wyrażoną w elektronowoltach, • obliczyć długości i częstotliwości fal odpowiadających liniom widzialnej części widma atomu wodoru, • objaśnić uogólniony wzór Balmera, • objaśnić prawo Stefana-Boltzmana, • objaśnić prawo Wiena. 	<ul style="list-style-type: none"> • wykazać zgodność wzoru Balmera z modelem Bohra budowy atomu wodoru, • wyjaśnić, dlaczego nie można wytłumaczyć powstawania liniowego widma atomu wodoru na gruncie fizyki klasycznej, • wyjaśnić, dlaczego model Bohra atomu wodoru był modelem „rewolucyjnym”, • wyjaśnić, dlaczego model Bohra jest do dziś wykorzystywany do intuicyjnego wyjaśniania niektórych wyników doświadczalnych, • wyjaśnić, co to znaczy, że światło ma naturę dualną, • posługiwać się prawami Stefana-Boltzmana i Wiena.

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
5	Promieniowanie rentgenowskie	<ul style="list-style-type: none"> opisać właściwości promieni X, wymienić przykłady zastosowania promieniowania rentgenowskiego. 	<ul style="list-style-type: none"> opisać widmo promieniowania rentgenowskiego, wyjaśnić sposób powstawania promieniowania o widmie ciągłym (promieniowania hamowania), wyjaśnić sposób powstawania promieniowania o widmie liniowym (promieniowania charakterystycznego). 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić, jak powstaje krótkofalowa granica widma promieniowania hamowania λ_{min}, wyprowadzić wzór na λ_{min}, omówić zjawisko dyfrakcji promieni X na kryształach, omówić zjawisko Comptona, wyjaśnić, co to znaczy, że promieniowanie rentgenowskie ma naturę dualną.
6	Fale materii	<ul style="list-style-type: none"> objaśnić wzór na długość fali de Broglie'a. 	<ul style="list-style-type: none"> podać treść hipotezy de Broglie'a, zapisać i zinterpretować wzór na długość fali de Broglie'a, obliczyć długość fali de Broglie'a dla elektronu o podanej energii kinetycznej, wyjaśnić, dlaczego nie obserwuje się fal materii dla obiektów makroskopowych, oszacować długość fal materii dla obiektów mikroskopowych i obiektów makroskopowych, wyjaśnić, dlaczego właściwości falowe obiektów mikroskopowych (cząstek) mogą być zaobserwowane w eksperymentach, a nie obserwuje się właściwości falowych obiektów makroskopowych. 	<ul style="list-style-type: none"> omówić wyniki doświadczenia Davissona i Germera (rozpraszanie elektronów na kryształach), przedstawić problem interpretacji fal materii, omówić zastosowanie falowych właściwości cząstek (badanie kryształów, mikroskop elektronowy), przygotować prezentację na jeden z tematów: <ul style="list-style-type: none"> Interferencja fal materii na dwóch szczelinach, Interferencja pojedynczych elektronów, Dualizm kwantowo-falowy w przyrodzie.
14. Modele przewodnictwa elektrycznego				
1	Metale	<ul style="list-style-type: none"> podać przykład przewodnika, półprzewodnika i izolatora, omówić zależność właściwości elektrycznych substancji od obecności elektronów swobodnych, 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić, dlaczego opór półprzewodników maleje ze wzrostem temperatury, wyjaśnić, dlaczego domieszkuje się półprzewodniki, 	<ul style="list-style-type: none"> przygotować prezentację na temat zastosowań półprzewodników.
2	Półprzewodniki			
3	Ciecze			

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
		<ul style="list-style-type: none"> • omówić podział ciał na przewodniki, izolatory i półprzewodniki ze względu na zależność ich oporu właściwego od temperatury, • opisać budowę półprzewodników samoistnych i półprzewodników domieszkowych, • opisać zastosowanie diody półprzewodnikowej. 	<ul style="list-style-type: none"> • opisać półprzewodniki typu n i typu p, • omówić zjawiska występujące na złączu n-p, • omówić budowę działania diody półprzewodnikowej. 	
Aneks 3. Doświadczenia				
1	Badanie ruchu wahadła	<ul style="list-style-type: none"> • odczytywać wskazania przyrządów pomiarowych, dokładność przyrządu, • przygotować zestaw doświadczalny według instrukcji, • wykonać samodzielnie kolejne etapy doświadczenia, • sporządzić tabelę wyników pomiaru, • obliczyć wartości średnie wielkości mierzonych, • sporządzić odpowiedni układ współrzędnych (podpisać i wyskalować osie, zaznaczyć jednostki wielkości fizycznych), • zaznaczyć w układzie współrzędnych punkty pomiarowe wraz z niepewnościami, • zapisać wynik pomiaru w postaci $x \pm \Delta x$. 	<ul style="list-style-type: none"> • obliczyć niepewność względną pomiaru, • oszacować niepewność pomiaru pośredniego metodą najmniej korzystnego przypadku, • przedstawić graficznie wyniki pomiarów wraz z niepewnościami, • dopasować graficznie prostą do punktów pomiarowych i ocenić trafność tego postępowania, • odczytać z dopasowanego graficznie wykresu współczynnik kierunkowy prostej, • podać przyczyny ewentualnych błędów systematycznych, • zaproponować sposób postępowania pozwalający uniknąć błędów systematycznych, • oszacować wielkość błędów systematycznych, • ocenić krytycznie, czy otrzymany wynik doświadczenia jest realny, • samodzielnie sformułować wnioski wynikające z doświadczenia. 	<ul style="list-style-type: none"> • dopasować prostą do wyników pomiarów, • obliczyć współczynnik kierunkowy prostej dopasowanej do punktów pomiarowych, • obliczyć odchylenie standardowe pojedynczego pomiaru, • obliczyć odchylenie standardowe średniej dla każdej serii pomiarów, • podać wynik pomiaru w postaci $x \pm \Delta x$, • ocenić, czy niepewność pomiaru jest niepewnością systematyczną, • samodzielnie zaproponować metodę wyznaczenia wielkości fizycznej.
2	Wyznaczanie ciepła właściwego metalu na podstawie bilansu cieplnego			
3	Wyznaczanie charakterystyk prądowo-napięciowych opornika, żarówki i diody			
4	Badanie drgań struny			
5	Obserwacja dyfrakcji światła			
6	Badanie zjawiska załamania światła			
7	Badanie obrazów optycznych otrzymanych za pomocą soczewek			

