



# ↑ Egzamin maturalny w 2021 roku

Vademecum nauczyciela



FIZYKA



MINISTERSTWO  
EDUKACJI  
I NAUKI

 OŚRODEK  
ROZWOJU  
EDUKACJI

# **Égzamin maturalny** **w 2021 roku**

---

Vademecum nauczyciela

**FIZYKA**

Oórodek Rozwoju Edukacji

Warszawa 2021

Tekst komentarza  
do wymagań egzaminacyjnych  
**Jan Sawicki**

Konsultacja merytoryczna  
**Elżbieta Witkowska**

Redakcja i korekta  
**Marzena Odzimek-Jarosińska**

Projekt okładki, layout  
**Wojciech Romerowicz**

Redakcja techniczna i skład  
**Barbara Jechalska**

Elementy graficzne: © Jovan/stock.adobe.com, © Pushkarevskyy/stock.adobe.com,  
© absent84/stock.adobe.com, © Julien Eichinger/Fotolia.com, © LynxVector/Fotolia.com

© Ośrodek Rozwoju Edukacji  
Warszawa 2021  
Wydanie I

ISBN 978-83-66830-09-7

Ośrodek Rozwoju Edukacji  
Aleje Ujazdowskie 28  
00-478 Warszawa  
www.ore.edu.pl  
tel. 22 345 37 00

## Spis treści

Wprowadzenie .....	4
1. Wymagania egzaminacyjne .....	5
2. Komentarz do wymagań egzaminacyjnych .....	17
2.1. Rodzaje i filozofia zmian dokonanych w wymaganiach egzaminacyjnych .....	17
2.2. Zakres zmian wprowadzonych w wymaganiach egzaminacyjnych .....	17
2.3. Wskazówki metodyczne dla nauczycieli i uczniów przygotowujące do egzaminu .....	22

## Wprowadzenie

Dostosowanie wymagań podstawy programowej do potrzeb egzaminu maturalnego z fizyki w 2021 roku polegało na usunięciu wybranych wymagań szczegółowych zawartych w podstawie programowej z fizyki dla IV etapu edukacyjnego w zakresie podstawowym i rozszerzonym. Usunięte wymagania dotyczące IV etapu nie wiążą się z wymaganiami obowiązującymi na III etapie (gimnazjum). W związku z tym wszystkie wymagania III etapu edukacyjnego obowiązują w całości na egzaminie maturalnym w 2021 roku.

# 1. Wymagania egzaminacyjne

Załącznik nr 2 do Rozporządzenia Ministra Edukacji i Nauki z dnia 16 grudnia 2020 r. zmieniającego rozporządzenie w sprawie szczególnych rozwiązań w okresie czasowego ograniczenia funkcjonowania jednostek systemu oświaty w związku z zapobieganiem, przeciwdziałaniem i zwalczaniem COVID-19 (Dz.U. z 2020 r., poz. 2314)

## III etap edukacyjny

### Ogólne wymagania egzaminacyjne

- I. Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.
- II. Przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników.
- III. Wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych.
- IV. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych).

### Szczegółowe wymagania egzaminacyjne

1. Ruch prostoliniowy i siły. Zdający:
  - 1) posługuje się pojęciem prędkości do opisu ruchu; przelicza jednostki prędkości;
  - 2) odczytuje prędkość i przebytą odległość z wykresów zależności drogi i prędkości od czasu oraz rysuje te wykresy na podstawie opisu słownego;
  - 3) podaje przykłady sił i rozpoznaje je w różnych sytuacjach praktycznych;
  - 4) opisuje zachowanie się ciał na podstawie pierwszej zasady dynamiki Newtona;
  - 5) odróżnia prędkość średnią od chwilowej w ruchu niejednostajnym;
  - 6) posługuje się pojęciem przyspieszenia do opisu ruchu prostoliniowego jednostajnie przyspieszonego;
  - 7) opisuje zachowanie się ciał na podstawie drugiej zasady dynamiki Newtona;
  - 8) stosuje do obliczeń związki między masą ciała, przyspieszeniem i siłą;
  - 9) posługuje się pojęciem siły ciężkości;
  - 10) opisuje wzajemne oddziaływanie ciał, posługując się trzecią zasadą dynamiki Newtona;
  - 11) wyjaśnia zasadę działania dźwigni dwustronnej, bloku nieruchomego, kołowrotu;
  - 12) opisuje wpływ oporów ruchu na poruszające się ciała.

**2. Energia. Zdający:**

- 1) wykorzystuje pojęcie energii mechanicznej i wymienia różne jej formy;
- 2) posługuje się pojęciem pracy i mocy;
- 3) opisuje wpływ wykonanej pracy na zmianę energii;
- 4) posługuje się pojęciem energii mechanicznej jako sumy energii kinetycznej i potencjalnej;
- 5) stosuje zasadę zachowania energii mechanicznej;
- 6) analizuje jakościowo zmiany energii wewnętrznej spowodowane wykonaniem pracy i przepływem ciepła;
- 7) wyjaśnia związek między energią kinetyczną cząsteczek i temperaturą;
- 8) wyjaśnia przepływ ciepła w zjawisku przewodnictwa cieplnego oraz rolę izolacji cieplnej;
- 9) opisuje zjawiska topnienia, krzepnięcia, parowania, skraplania, sublimacji i resublimacji;
- 10) posługuje się pojęciem ciepła właściwego, ciepła topnienia i ciepła parowania;
- 11) opisuje ruch cieczy i gazów w zjawisku konwekcji.

**3. Właściwości materii. Zdający:**

- 1) analizuje różnice w budowie mikroskopowej ciał stałych, cieczy i gazów;
- 2) omawia budowę kryształów na przykładzie soli kamiennej;
- 3) posługuje się pojęciem gęstości;
- 4) stosuje do obliczeń związki między masą, gęstością i objętością ciał stałych i cieczy, na podstawie wyników pomiarów wyznacza gęstość cieczy i ciał stałych;
- 5) opisuje zjawisko napięcia powierzchniowego na wybranym przykładzie;
- 6) posługuje się pojęciem ciśnienia (w tym ciśnienia hydrostatycznego i atmosferycznego);
- 7) formułuje prawo Pascala i podaje przykłady jego zastosowania;
- 8) analizuje i porównuje wartości sił wyporu dla ciał zanurzonych w cieczy lub gazie;
- 9) wyjaśnia pływanie ciał na podstawie prawa Archimedesesa.

**4. Elektryczność. Zdający:**

- 1) opisuje sposoby elektryzowania ciał przez tarcie i dotyk; wyjaśnia, że zjawisko to polega na przepływie elektronów; analizuje kierunek przepływu elektronów;
- 2) opisuje jakościowo oddziaływanie ładunków jednoimiennych i różnoimiennych;
- 3) odróżnia przewodniki od izolatorów oraz podaje przykłady obu rodzajów ciał;
- 4) stosuje zasadę zachowania ładunku elektrycznego;
- 5) posługuje się pojęciem ładunku elektrycznego jako wielokrotności ładunku elektronu (elementarnego);

- 6) opisuje przepływ prądu w przewodnikach jako ruch elektronów swobodnych;
  - 7) posługuje się pojęciem natężenia prądu elektrycznego;
  - 8) posługuje się (intuicyjnie) pojęciem napięcia elektrycznego;
  - 9) posługuje się pojęciem oporu elektrycznego, stosuje prawo Ohma w prostych obwodach elektrycznych;
  - 10) posługuje się pojęciem pracy i mocy prądu elektrycznego;
  - 11) przelicza energię elektryczną podaną w kilowatogodzinach na dżule i dżule na kilowatogodziny;
  - 12) buduje proste obwody elektryczne i rysuje ich schematy;
  - 13) wymienia formy energii, na jakie zamieniana jest energia elektryczna.
5. Magnetyzm. Zdający:
- 1) nazywa bieguny magnetyczne magnesów trwałych i opisuje charakter oddziaływania między nimi;
  - 2) opisuje zachowanie igły magnetycznej w obecności magnesu oraz zasadę działania kompasu;
  - 3) opisuje oddziaływanie magnesów na żelazo i podaje przykłady wykorzystania tego oddziaływania;
  - 4) opisuje działanie przewodnika z prądem na igłę magnetyczną;
  - 5) opisuje działanie elektromagnesu i rolę rdzenia w elektromagnesie;
  - 6) opisuje wzajemne oddziaływanie magnesów z elektromagnesami i wyjaśnia działanie silnika elektrycznego prądu stałego.
6. Ruch drgający i fale. Zdający:
- 1) opisuje ruch wahadła matematycznego i ciężarka na sprężynie oraz analizuje przemiany energii w tych ruchach;
  - 2) posługuje się pojęciami amplitudy drgań, okresu, częstotliwości do opisu drgań, wskazuje położenie równowagi oraz odczytuje amplitudę i okres z wykresu  $x(t)$  dla drgającego ciała;
  - 3) opisuje mechanizm przekazywania drgań z jednego punktu ośrodka do drugiego w przypadku fal na napiętej linie i fal dźwiękowych w powietrzu;
  - 4) posługuje się pojęciami: amplitudy, okresu i częstotliwości, prędkości i długości fali do opisu fal harmonicznycch oraz stosuje do obliczeń związki między tymi wielkościami;
  - 5) opisuje mechanizm wytwarzania dźwięku w instrumentach muzycznych;
  - 6) wymienia, od jakich wielkości fizycznych zależy wysokość i głośność dźwięku;
  - 7) posługuje się pojęciami infradźwięki i ultradźwięki.
7. Fale elektromagnetyczne i optyka. Zdający:
- 1) porównuje (wymienia cechy wspólne i różnice) rozchodzenie się fal mechanicznych i elektromagnetycznych;



- 2) wyjaśnia powstawanie obszarów cienia i półcienia za pomocą prostoliniowego rozchodzenia się światła w ośrodku jednorodnym;
  - 3) wyjaśnia powstawanie obrazu pozornego w zwierciadle płaskim, wykorzystując prawa odbicia; opisuje zjawisko rozproszenia światła przy odbiciu od powierzchni chropowatej;
  - 4) opisuje skupianie promieni w zwierciadle wklęsłym, posługując się pojęciami ogniska i ogniskowej, rysuje konstrukcyjnie obrazy wytworzone przez zwierciadła wklęsłe;
  - 5) opisuje (jakościowo) bieg promieni przy przejściu światła z ośrodka rzadszego do ośrodka gęstszego optycznie i odwrotnie;
  - 6) opisuje bieg promieni przechodzących przez soczewkę skupiającą i rozpraszającą (biegnących równolegle do osi optycznej), posługując się pojęciami ogniska i ogniskowej;
  - 7) rysuje konstrukcyjnie obrazy wytworzone przez soczewki, rozróżnia obrazy rzeczywiste, pozorne, proste, odwrócone, powiększone, pomniejszone;
  - 8) wyjaśnia pojęcia krótkowzroczności i dalekowzroczności oraz opisuje rolę soczewek w ich korygowaniu;
  - 9) opisuje zjawisko rozszczepienia światła za pomocą pryzmatu;
  - 10) opisuje światło białe jako mieszaninę barw, a światło lasera jako światło jednobarwne;
  - 11) podaje przybliżoną wartość prędkości światła w próżni; wskazuje prędkość światła jako maksymalną prędkość przepływu informacji;
  - 12) nazywa rodzaje fal elektromagnetycznych (radiowe, mikrofałe, promieniowanie podczerwone, światło widzialne, promieniowanie nadfioletowe i rentgenowskie) i podaje przykłady ich zastosowania.
8. Wymagania przekrojowe. Zdający:
- 1) opisuje przebieg i wynik przeprowadzanego doświadczenia, wyjaśnia rolę użytych przyrządów, wykonuje schematyczny rysunek obrazujący układ doświadczalny;
  - 2) wyodrębnia zjawisko z kontekstu, wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla wyniku doświadczenia;
  - 3) szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku i ocenia na tej podstawie wartości obliczanych wielkości fizycznych;
  - 4) przelicza wielokrotności i podwielokrotności (przedrostki mikro-, mili-, centy-, hekto-, kilo-, mega-); przelicza jednostki czasu (sekunda, minuta, godzina, doba);
  - 5) rozróżnia wielkości dane i szukane;
  - 6) odczytuje dane z tabeli i zapisuje dane w formie tabeli;
  - 7) rozpoznaje proporcjonalność prostą na podstawie danych liczbowych lub na podstawie wykresu oraz posługuje się proporcjonalnością prostą;
  - 8) sporządza wykres na podstawie danych z tabeli (oznaczenie wielkości i skali na osiach), a także odczytuje dane z wykresu;

- 9) rozpoznaje zależność rosnącą i malejącą na podstawie danych z tabeli lub na podstawie wykresu oraz wskazuje wielkość maksymalną i minimalną;
- 10) posługuje się pojęciem niepewności pomiarowej;
- 11) zapisuje wynik pomiaru lub obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2-3 cyfr znaczących);
- 12) planuje doświadczenie lub pomiar, wybiera właściwe narzędzia pomiaru; mierzy: czas, długość, masę, temperaturę, napięcie elektryczne, natężenie prądu.

#### 9. Wymagania doświadczalne

W trakcie nauki w gimnazjum zdający obserwuje i opisuje jak najwięcej doświadczeń. Nie mniej niż połowa doświadczeń opisanych poniżej powinna zostać wykonana samodzielnie przez uczniów w grupach, pozostałe doświadczenia – jako pokaz dla wszystkich, wykonany przez wybranych uczniów pod kontrolą nauczyciela.

Zdający:

- 1) wyznacza gęstość substancji, z jakiej wykonano przedmiot w kształcie prostopadłościanu, walca lub kuli za pomocą wagi i linijki;
- 2) wyznacza prędkość przemieszczania się (np. w czasie marszu, biegu, pływania, jazdy rowerem) za pośrednictwem pomiaru odległości i czasu;
- 3) dokonuje pomiaru siły wyporu za pomocą siłomierza (dla ciała wykonanego z jednorodnej substancji o gęstości większej od gęstości wody);
- 4) wyznacza masę ciała za pomocą dźwigni dwustronnej, innego ciała o znanej masie i linijki;
- 5) wyznacza ciepło właściwe wody za pomocą czajnika elektrycznego lub grzałki o znanej mocy (przy założeniu braku strat);
- 6) demonstruje zjawisko elektryzowania przez tarcie oraz wzajemnego oddziaływania ciał naładowanych; buduje prosty obwód elektryczny według zadanego schematu (wymagana jest znajomość symboli elementów: ogniwo, opornik, żarówka, wyłącznik, woltomierz, amperomierz);
- 7) wyznacza opór elektryczny opornika lub żarówki za pomocą woltomierza i amperomierza;
- 8) wyznacza moc żarówki zasilanej z baterii za pomocą woltomierza i amperomierza;
- 9) demonstruje działanie prądu w przewodzie na igłę magnetyczną (zmiany kierunku wychylenia przy zmianie kierunku przepływu prądu, zależność wychylenia igły od pierwotnego jej ułożenia względem przewodu);
- 10) demonstruje zjawisko załamania światła (zmiany kąta załamania przy zmianie kąta padania – jakościowo);
- 11) wyznacza okres i częstotliwość drgań ciężarka zawieszonoego na sprężynie oraz okres i częstotliwość drgań wahadła matematycznego;

- 12) wytwarza dźwięk o większej i mniejszej częstotliwości od danego dźwięku za pomocą dowolnego drgającego przedmiotu lub instrumentu muzycznego;
- 13) wytwarza za pomocą soczewki skupiającej ostry obraz przedmiotu na ekranie, odpowiednio dobierając doświadczalnie położenie soczewki i przedmiotu.

## **IV etap edukacyjny (poziom podstawowy i rozszerzony)**

### **POZIOM PODSTAWOWY**

#### **Ogólne wymagania egzaminacyjne**

- I. Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.
- II. Przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników.
- III. Wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych.
- IV. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych).

#### **Szczegółowe wymagania egzaminacyjne**

1. Grawitacja i elementy astronomii. Zdający:
  - 1) opisuje ruch jednostajny po okręgu, posługując się pojęciem okresu i częstotliwości;
  - 2) opisuje zależności między siłą dośrodkową a masą, prędkością liniową i promieniem oraz wskazuje przykłady sił pełniących rolę siły dośrodkowej;
  - 3) interpretuje zależności między wielkościami w prawie powszechnego ciążenia dla mas punktowych lub rozłącznych kul;
  - 4) wyjaśnia, na czym polega stan nieważkości, i podaje warunki jego występowania;
  - 5) wyjaśnia wpływ siły grawitacji Słońca na ruch planet i siły grawitacji planet na ruchach księżyców, wskazuje siłę grawitacji jako przyczynę spadania ciał na powierzchnię Ziemi;
  - 6) posługuje się pojęciem pierwszej prędkości kosmicznej i satelity geostacjonarnego; opisuje ruch sztucznych satelitów wokół Ziemi (jakościowo), wskazuje siłę grawitacji jako siłę dośrodkową, wyznacza zależność okresu ruchu od promienia orbity (stosuje III prawo Keplera);
  - 7) posługuje się pojęciem jednostki astronomicznej i roku świetlnego;
  - 8) opisuje budowę Galaktyki i miejsce Układu Słonecznego w Galaktyce.

2. Fizyka atomowa. Zdający:
  - 1) opisuje promieniowanie ciał, rozróżnia widma ciągłe i liniowe rozrzedzonych gazów jednoatomowych, w tym wodoru;
  - 2) interpretuje linie widmowe jako przejścia między poziomami energetycznymi atomów;
  - 3) opisuje budowę atomu wodoru, stan podstawowy i stany wzbudzone;
  - 4) wyjaśnia pojęcie fotonu i jego energii;
  - 5) interpretuje zasadę zachowania energii przy przejściach elektronu między poziomami energetycznymi w atomie z udziałem fotonu.
3. Fizyka jądrowa. Zdający:
  - 1) posługuje się pojęciami pierwiastek, jądro atomowe, izotop, proton, neutron, elektron; podaje skład jądra atomowego na podstawie liczby masowej i atomowej;
  - 2) posługuje się pojęciami: energii spoczynkowej, deficytu masy i energii wiązania; oblicza te wielkości dla dowolnego pierwiastka układu okresowego;
  - 3) wymienia właściwości promieniowania jądrowego  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ; opisuje rozpady alfa, beta (wiadomości o neutrinach nie są wymagane), sposób powstawania promieniowania gamma; posługuje się pojęciem jądra stabilnego i niestabilnego;
  - 4) opisuje rozpad izotopu promieniotwórczego, posługując się pojęciem czasu połowicznego rozpadu; rysuje wykres zależności liczby jąder, które uległy rozpadowi od czasu;
  - 5) opisuje reakcje jądrowe, stosując zasadę zachowania liczby nukleonów i zasadę zachowania ładunku oraz zasadę zachowania energii;
  - 6) podaje przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości i energii jądrowej;
  - 7) opisuje reakcję rozszczepienia uranu  $^{235}\text{U}$  zachodzącą w wyniku pochłonięcia neutronu; podaje warunki zajścia reakcji łańcuchowej;
  - 8) opisuje działanie elektrowni atomowej.

## **POZIOM ROZSZERZONY**

### **Ogólne wymagania egzaminacyjne**

- I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.
- II. Analiza tekstów popularnonaukowych i ocena ich treści.
- III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.

- IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.
- V. Planowanie i wykonywanie prostych doświadczeń i analiza ich wyników.

### **Szczegółowe wymagania egzaminacyjne**

1. Ruch punktu materialnego. Zdający:
  - 1) rozróżnia wielkości wektorowe od skalarnych; wykonuje działania na wektorach (dodawanie, odejmowanie, rozkładanie na składowe);
  - 2) opisuje ruch w różnych układach odniesienia;
  - 3) oblicza prędkości względne dla ruchów wzdluz prostej;
  - 4) wykorzystuje związki pomiędzy położeniem, prędkością i przyspieszeniem w ruchu jednostajnym i jednostajnie zmiennym do obliczania parametrów ruchu;
  - 5) rysuje i interpretuje wykresy zależności parametrów ruchu od czasu;
  - 6) oblicza parametry ruchu podczas swobodnego spadku i rzutu pionowego;
  - 7) opisuje swobodny ruch ciał, wykorzystując pierwszą zasadę dynamiki Newtona;
  - 8) wyjaśnia ruch ciał na podstawie drugiej zasady dynamiki Newtona;
  - 9) stosuje trzecią zasadę dynamiki Newtona do opisu zachowania się ciał;
  - 10) wykorzystuje zasadę zachowania pędu do obliczania prędkości ciał podczas zderzeń niesprężystych i zjawiska odrzutu;
  - 11) wyjaśnia różnice między opisem ruchu ciał w układach inercjalnych i nieinercjalnych, posługuje się siłami bezwładności do opisu ruchu w układzie nieinercjalnym;
  - 12) posługuje się pojęciem siły tarcia do wyjaśniania ruchu ciał;
  - 13) składa i rozkłada siły działające wzdluz prostych nierównoległych;
  - 14) oblicza parametry ruchu jednostajnego po okręgu; opisuje wektory prędkości i przyspieszenia dośrodkowego;
  - 15) analizuje ruch ciał w dwóch wymiarach na przykładzie rzutu poziomego.
2. Mechanika bryły sztywnej. Zdający:
  - 1) rozróżnia pojęcia: punkt materialny, bryła sztywna, zna granice ich stosowalności;
  - 2) oblicza momenty sił;
  - 3) analizuje równowagę brył sztywnych, w przypadku gdy siły leżą w jednej płaszczyźnie (równowaga sił i momentów sił);
  - 4) wyznacza położenie środka masy.
3. Energia mechaniczna. Zdający:
  - 1) oblicza pracę siły na danej drodze;
  - 2) oblicza wartość energii kinetycznej i potencjalnej ciał w jednorodnym polu grawitacyjnym;
  - 3) wykorzystuje zasadę zachowania energii mechanicznej do obliczania parametrów ruchu;

- 4) oblicza moc urządzeń, uwzględniając ich sprawność;
  - 5) stosuje zasadę zachowania energii oraz zasadę zachowania pędu do opisu zderzeń sprężystych i niesprężystych.
4. Grawitacja. Zdający:
- 1) wykorzystuje prawo powszechnego ciężenia do obliczenia siły oddziaływań grawitacyjnych między masami punktowymi i sferycznie symetrycznymi;
  - 2) rysuje linie pola grawitacyjnego, rozróżnia pole jednorodne od pola centralnego;
  - 3) oblicza wartość i kierunek pola grawitacyjnego na zewnątrz ciała sferycznie symetrycznego;
  - 4) wyprowadza związek między przyspieszeniem grawitacyjnym na powierzchni planety a jej masą i promieniem;
  - 5) oblicza zmiany energii potencjalnej grawitacji i wiąże je z pracą lub zmianą energii kinetycznej;
  - 6) wyjaśnia pojęcie pierwszej i drugiej prędkości kosmicznej; oblicza ich wartości dla różnych ciał niebieskich;
  - 7) oblicza okres ruchu satelitów (bez napędu) wokół Ziemi;
  - 8) oblicza okresy obiegu planet i ich średnie odległości od gwiazdy, wykorzystując III prawo Keplera dla orbit kołowych;
  - 9) oblicza masę ciała niebieskiego na podstawie obserwacji ruchu jego satelity.
5. Termodynamika. Zdający:
- 1) wyjaśnia założenia gazu doskonałego i stosuje równanie gazu doskonałego (równanie Clapeyrona) do wyznaczenia parametrów gazu;
  - 2) opisuje przemianę izotermiczną, izobaryczną i izochoryczną;
  - 3) interpretuje wykresy ilustrujące przemiany gazu doskonałego;
  - 4) opisuje związek pomiędzy temperaturą w skali Kelwina a średnią energią kinetyczną cząsteczek;
  - 5) stosuje pierwszą zasadę termodynamiki, odróżnia przekaz energii w formie pracy od przekazu energii w formie ciepła;
  - 6) oblicza zmianę energii wewnętrznej w przemianach izobarycznej i izochorycznej oraz pracę wykonaną w przemianie izobarycznej;
  - 7) posługuje się pojęciem ciepła molowego w przemianach gazowych;
  - 8) analizuje pierwszą zasadę termodynamiki jako zasadę zachowania energii;
  - 9) interpretuje drugą zasadę termodynamiki;
  - 10) analizuje przedstawione cykle termodynamiczne, oblicza sprawność silników cieplnych w oparciu o wymieniane ciepło i wykonaną pracę;
  - 11) wykorzystuje pojęcie ciepła właściwego oraz ciepła przemiany fazowej w analizie bilansu cieplnego.

6. Ruch harmoniczny i fale mechaniczne. Zdający:
- 1) analizuje ruch pod wpływem sił sprężystych (harmonicznych), podaje przykłady takiego ruchu;
  - 2) oblicza energię potencjalną sprężystości;
  - 3) oblicza okres drgań ciężarka na sprężynie i wahadła matematycznego;
  - 4) interpretuje wykresy zależności położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu w ruchu drgającym;
  - 5) stosuje zasadę zachowania energii w ruchu drgającym, opisuje przemiany energii kinetycznej i potencjalnej w tym ruchu;
  - 6) stosuje w obliczeniach związek między parametrami fali: długością, częstotliwością, okresem, prędkością;
  - 7) opisuje załamanie fali na granicy ośrodków;
  - 8) opisuje zjawisko interferencji, wyznacza długość fali na podstawie obrazu interferencyjnego;
  - 9) wyjaśnia zjawisko ugięcia fali w oparciu o zasadę Huygensa;
  - 10) opisuje fale stojące i ich związek z falami biegnącymi przeciwnie;
  - 11) opisuje efekt Dopplera w przypadku poruszającego się źródła i nieruchomego obserwatora.
7. Pole elektryczne. Zdający:
- 1) wykorzystuje prawo Coulomba do obliczenia siły oddziaływania elektrostatycznego między ładunkami punktowymi;
  - 2) posługuje się pojęciem natężenia pola elektrostatycznego;
  - 3) oblicza natężenie pola centralnego pochodzącego od jednego ładunku punkowego;
  - 4) analizuje jakościowo pole pochodzące od układu ładunków;
  - 5) wyznacza pole elektrostatyczne na zewnątrz naelektryzowanego ciała sferycznie symetrycznego;
  - 6) przedstawia pole elektrostatyczne za pomocą linii pola;
  - 7) opisuje pole kondensatora płaskiego, oblicza napięcie między okładkami;
  - 8) analizuje ruch cząstki naładowanej w stałym jednorodnym polu elektrycznym.
8. Prąd stały. Zdający:
- 1) wyjaśnia pojęcie siły elektromotorycznej ogniwa i oporu wewnętrznego;
  - 2) oblicza opór przewodnika, znając jego opór właściwy i wymiary geometryczne;
  - 3) rysuje charakterystykę prądowo-napięciową opornika podlegającego prawu Ohma;
  - 4) stosuje prawa Kirchhoffa do analizy obwodów elektrycznych;
  - 5) oblicza opór zastępczy oporników połączonych szeregowo i równolegle;
  - 6) oblicza pracę wykonaną podczas przepływu prądu przez różne elementy obwodu oraz moc rozproszoną na oporze.

9. Magnetyzm, indukcja magnetyczna. Zdający:
- 1) szkicuje przebieg linii pola magnetycznego w pobliżu magnesów trwałych i przewodników z prądem (przewodnik liniowy, pętla, zwojnica);
  - 2) oblicza wektor indukcji magnetycznej wytworzonej przez przewodniki z prądem (przewodnik liniowy, pętla, zwojnica);
  - 3) analizuje ruch cząstki naładowanej w stałym jednorodnym polu magnetycznym;
  - 4) opisuje zastosowanie materiałów ferromagnetycznych;
  - 5) analizuje siłę elektrodynamiczną działającą na przewodnik z prądem w polu magnetycznym;
  - 6) opisuje zasadę działania silnika elektrycznego;
  - 7) oblicza strumień indukcji magnetycznej przez powierzchnię;
  - 8) analizuje napięcie uzyskiwane na końcach przewodnika podczas jego ruchu w polu magnetycznym;
  - 9) oblicza siłę elektromotoryczną powstającą w wyniku zjawiska indukcji elektromagnetycznej;
  - 10) stosuje regułę Lenza w celu wskazania kierunku przepływu prądu indukcyjnego;
  - 11) opisuje prąd przemienny (natężenie, napięcie, częstotliwość, wartości skuteczne);
  - 12) opisuje działanie diody jako prostownika.
10. Fale elektromagnetyczne i optyka. Zdający:
- 1) opisuje widmo fal elektromagnetycznych i podaje źródła fal w poszczególnych zakresach z omówieniem ich zastosowań;
  - 2) opisuje doświadczenie Younga;
  - 3) stosuje prawa odbicia i załamania fal do wyznaczenia biegu promieni w pobliżu granicy dwóch ośrodków;
  - 4) opisuje zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia i wyznacza kąt graniczny;
  - 5) rysuje i wyjaśnia konstrukcje tworzenia obrazów rzeczywistych i pozornych otrzymywane za pomocą soczewek skupiających i rozpraszających;
  - 6) stosuje równanie soczewki, wyznacza położenie i powiększenie otrzymanych obrazów.
11. Fizyka atomowa i kwanty promieniowania elektromagnetycznego. Zdający:
- 1) opisuje założenia kwantowego modelu światła;
  - 2) stosuje zależność między energią fotonu a częstotliwością i długością fali;
  - 3) stosuje zasadę zachowania energii do wyznaczenia częstotliwości promieniowania emitowanego i absorbowanego przez atomy.



## 12. Wymagania przekrojowe

Oprócz wiedzy z wybranych działów fizyki, zdający:

- 1) przedstawia jednostki wielkości fizycznych wymienionych w podstawie programowej, opisuje ich związki z jednostkami podstawowymi;
- 2) samodzielnie wykonuje poprawne wykresy (właściwe oznaczenie i opis osi, wybór skali, oznaczenie niepewności punktów pomiarowych);
- 3) przeprowadza złożone obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem;
- 4) interpoluje, ocenia orientacyjnie wartość pośrednią (interpolowaną) między danymi w tabeli, także za pomocą wykresu;
- 5) dopasowuje prostą  $y = ax + b$  do wykresu i ocenia trafność tego postępowania; oblicza wartości współczynników  $a$  i  $b$  (ocena ich niepewności nie jest wymagana);
- 6) posługuje się pojęciem niepewności pomiaru wielkości prostych; zapisuje wynik pomiaru z uwzględnieniem informacji o niepewności;
- 7) szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku;
- 8) przedstawia własnymi słowami główne tezy poznanego artykułu popularno-naukowego z dziedziny fizyki lub astronomii.

## 13. Wymagania doświadczalne

Zdający przeprowadza przynajmniej połowę z przedstawionych poniżej badań polegających na wykonaniu pomiarów, opisie i analizie wyników oraz, jeżeli to możliwe, wykonaniu i interpretacji wykresów dotyczących:

- 1) ruchu prostoliniowego jednostajnego i jednostajnie zmiennego (np. wyznaczenie przyspieszenia w ruchu jednostajnie zmiennym);
- 2) ruchu wahadła (np. wyznaczenie przyspieszenia ziemskiego);
- 3) charakterystyki prądowo-napięciowej opornika, żarówki, ewentualnie diody (np. pomiar i wykonanie wykresu zależności  $I(U)$ );
- 4) załamania światła (np. wyznaczenie współczynnika załamania światła z pomiaru kąta granicznego);
- 5) obrazów optycznych otrzymywanych za pomocą soczewek (np. wyznaczenie powiększenia obrazu i porównanie go z powiększeniem obliczonym teoretycznie).

## 2. Komentarz do wymagań egzaminacyjnych

### 2.1. Rodzaje i filozofia zmian dokonanych w wymaganiach egzaminacyjnych

- 1) Przyjęto, aby spośród zapisów podstawy programowej pozostawić te wymagania, które odnoszą się do najbardziej istotnych i fundamentalnych pojęć, praw i zasad dotyczących fizyki. W związku z tym usunięto szereg wymagań nawiązujących do zagadnień technicznych (jak np. działanie niektórych urządzeń), interdyscyplinarnych albo zagadnień znanych powszechnie w kulturze masowej.
- 2) Założono, że w obszarze ogólnych wymagań egzaminacyjnych nie będą dokonywane żadne zmiany i ich treść będzie całkowicie zgodna z zapisami w podstawie programowej kształcenia ogólnego z fizyki.
- 3) Zaproponowano usunięcie niektórych zapisów wymagań szczegółowych odnoszących się do trudnych i złożonych treści fizycznych, których sensowne wyjaśnienie wymagałoby powołania się na szereg innych praw, zasad, zjawisk.
- 4) Uznano, że w warunkach częściowej nauki zdalnej pobieżna realizacja tych zagadnień fizycznych – aczkolwiek ważnych – ma mniejsze znaczenie dydaktyczne i może nieść ryzyko trywializacji problemu lub błędnego wyobrażenia o zagadnieniu.
- 5) Usunięto wybrane, pojedyncze wymagania, które dają się wyłączyć poza pewną strukturę logiczną pozostałych zapisów w danym obszarze tematycznym.
- 6) W niektórych przypadkach usunięto kilka wymagań powiązanych ze sobą tematycznie (np. dotyczących dynamiki bryły sztywnej lub pojemności i energii kondensatora), motywując to głównie koniecznością ograniczenia wymagań egzaminacyjnych.
- 7) Ze względu na ograniczenia związane z nauką zdalną, usunięto niektóre wymagania doświadczalne oraz zmodyfikowano jedno wymaganie przekrojowe.

### 2.2. Zakres zmian wprowadzonych w wymaganiach egzaminacyjnych

Spośród 157 zapisów wymagań podstawy programowej z fizyki – dla IV etapu edukacyjnego na obu poziomach: 33 wymagania usunięto w całości, 5 zapisów wymagań zmodyfikowano (w przypadku czterech wymagań usunięto część treści, a w przypadku jednego wymagania skrócono je i uproszczono). Efektem prac było usunięcie około 23% szczegółowych wymagań z podstawy programowej z fizyki dla IV etapu edukacyjnego na obu poziomach i opracowanie wymagań egzaminacyjnych do egzaminu maturalnego w 2021 roku.

## IV etap edukacyjny – zakres podstawowy

### 1. Grawitacja i elementy astronomii. Uczeń:

#### Usunięto:

- 1.7) wyjaśnia, dlaczego planety widziane z Ziemi przesuwiają się na tle gwiazd.
- 1.8) wyjaśnia przyczynę występowania faz i zaćmień Księżyca.

#### Zmodyfikowano:

- 1.9) opisuje zasadę pomiaru odległości z Ziemi do Księżyca i planet opartą na paralaksie i zasadę pomiaru odległości od najbliższych gwiazd opartą na paralaksie rocznej, posługuje się pojęciem jednostki astronomicznej i roku świetlnego.

#### Zapis zmodyfikowany:

- 1.9) posługuje się pojęciem jednostki astronomicznej i roku świetlnego.

#### Usunięto:

- 1.10) opisuje zasadę określania orientacyjnego wieku Układu Słonecznego.
- 12) opisuje Wielki Wybuch jako początek znanego nam Wszechświata; zna przybliżony wiek Wszechświata, opisuje rozszerzanie się Wszechświata (ucieczkę galaktyk).

### 2. Fizyka atomowa. Uczeń:

#### Usunięto:

- 2.6) opisuje efekt fotoelektryczny, wykorzystuje zasadę zachowania energii do wyznaczenia energii i prędkości fotoelektronów.

### 3. Fizyka jądra. Uczeń:

#### Zmodyfikowano:

- 3.4) opisuje rozpad izotopu promieniotwórczego, posługując się pojęciem czasu połowicznego rozpadu; rysuje wykres zależności liczby jąder, które uległy rozpadowi od czasu; wyjaśnia zasadę datowania substancji na podstawie składu izotopowego, np. datowanie węglem  $^{14}\text{C}$ .

#### Zapis zmodyfikowany:

- 3.4) opisuje rozpad izotopu promieniotwórczego, posługując się pojęciem czasu połowicznego rozpadu; rysuje wykres zależności liczby jąder, które uległy rozpadowi od czasu.

**Usunięto:**

- 3.6) opisuje wybrany sposób wykrywania promieniowania jonizującego.
- 3.7) wyjaśnia wpływ promieniowania jądrowego na materię oraz na organizmy;

**Zmodyfikowano:**

- 3.10) opisuje działanie elektrowni atomowej oraz wymienia korzyści i zagrożenia płynące z energetyki jądrowej.

**Zapis zmodyfikowany:**

- 3.10) opisuje działanie elektrowni atomowej.

**Usunięto:**

- 3.11) opisuje reakcje termojądrowe zachodzące w gwiazdach oraz w bombie wodorowej.

## **IV etap edukacyjny – zakres rozszerzony**

### **2. Mechanika bryły sztywnej. Uczeń:**

**Usunięto:**

- 2.2) rozróżnia pojęcia: masa i moment bezwładności.
- 2.6) opisuje ruch obrotowy bryły sztywnej wokół osi przechodzącej przez środek masy (prędkość kąтова, przyspieszenie kątowe).
- 2.7) analizuje ruch obrotowy bryły sztywnej pod wpływem momentu sił.
- 2.8) stosuje zasadę zachowania momentu pędu do analizy ruchu.
- 2.9) uwzględnia energię kinetyczną ruchu obrotowego w bilansie energii.

### **5. Termodynamika. Uczeń:**

**Usunięto:**

- 5.11) odróżnia wrzenie od parowania powierzchniowego; analizuje wpływ ciśnienia na temperaturę wrzenia cieczy.

### **6. Ruch harmoniczny i fale mechaniczne. Uczeń:**

**Usunięto:**

- 6.5) opisuje drgania wymuszone.
- 6.6) opisuje zjawisko rezonansu mechanicznego na wybranych przykładach.

**7. Pole elektryczne. Uczeń:****Usunięto:**

- 7.8) posługuje się pojęciem pojemności elektrycznej kondensatora;
- 7.9) oblicza pojemność kondensatora płaskiego, znając jego cechy geometryczne;
- 7.10) oblicza pracę potrzebną do naładowania kondensatora.
- 7.12) opisuje wpływ pola elektrycznego na rozmieszczenie ładunków w przewodniku, wyjaśnia działanie piorunochronu i klatki Faradaya.

**8. Prąd stały. Uczeń:****Usunięto:**

- 8.7) opisuje wpływ temperatury na opór metali i półprzewodników.

**9. Magnetyzm, indukcja magnetyczna. Uczeń:****Usunięto:**

- 9.4) opisuje wpływ materiałów na pole magnetyczne.
- 9.12) opisuje budowę i zasadę działania prądnicy i transformatora.
- 9.14) opisuje zjawisko samoindukcji.

**10. Fale elektromagnetyczne i optyka. Uczeń:****Usunięto:**

- 10.2) opisuje jedną z metod wyznaczenia prędkości światła.
- 10.4) wyznacza długość fali świetlnej przy użyciu siatki dyfrakcyjnej.
- 10.5) opisuje i wyjaśnia zjawisko polaryzacji światła przy odbiciu i przy przejściu przez polaryzator.

**11. Fizyka atomowa i kwanty promieniowania elektromagnetycznego. Uczeń:****Zmodyfikowano:**

- 11.2) stosuje zależność między energią fotonu a częstotliwością i długością fali do opisu zjawiska fotoelektrycznego zewnętrznego, wyjaśnia zasadę działania fotokomórki.

**Zapis zmodyfikowany:**

- 11.2) stosuje zależność między energią fotonu a częstotliwością i długością fali.

**Usunięto:**

- 11.4) opisuje mechanizmy powstawania promieniowania rentgenowskiego.
- 11.5) określa długość fali de Broglie'a poruszających się cząstek.

W dziale 11. pozostawiono jedynie wymagania dotyczące kwantowego modelu światła, energii fotonu oraz zasady zachowania energii do wyznaczania częstotliwości promieniowania emitowanego i absorbowanego przez atomy.

**12. Wymagania przekrojowe. Uczeń:****Zmodyfikowano:**

- 12.6) opisuje podstawowe zasady niepewności pomiaru (szacowanie niepewności pomiaru, obliczanie niepewności względnej, wskazywanie wielkości, której pomiar ma decydujący wkład na niepewność otrzymanego wyniku wyznaczonej wielkości fizycznej).

**Zapis zmodyfikowany:**

- 12.6) posługuje się pojęciem niepewności pomiaru wielkości prostych; zapisuje wynik pomiaru z uwzględnieniem informacji o niepewności.

**13. Wymagania doświadczalne. Uczeń:****Usunięto doświadczenia dotyczące:**

- 13.3) ciepła właściwego (np. wyznaczenie ciepła właściwego danej cieczy);
- 13.4) kształtu linii pól magnetycznego i elektrycznego (np. wyznaczenie pola wokół przewodu w kształcie pętli, w którym płynie prąd);
- 13.6) drgań struny (np. pomiar częstotliwości podstawowej drgań struny dla różnej długości drgającej części struny);
- 13.7) dyfrakcji światła na siatce dyfrakcyjnej lub płycie CD (np. wyznaczenie gęstości ścieżek na płycie CD);

## 2.3. Wskazówki metodyczne dla nauczycieli i uczniów przygotowujące do egzaminu

### Wskazówki dla nauczycieli

Podczas przygotowywania ucznia do egzaminu:

- 1) Przeanalizuj dokładnie zapisy wymagań egzaminacyjnych obowiązujące w 2021 roku.
- 2) Przekaż uczniowi szczegółowe informacje o wymaganiach egzaminacyjnych.
- 3) Zachęć ucznia do samodzielnej analizy zapisów w wymaganiach egzaminacyjnych.
- 4) Przeanalizuj z uczniem zapisy w wymaganiach egzaminacyjnych z gimnazjum i szkoły ponadgimnazjalnej.
- 5) Zaproponuj samodzielne rozwiązanie wybranych zadań dostępnych w arkuszach na stronie internetowej Centralnej Komisji Egzaminacyjnej (CKE).
- 6) Oceń rozwiązania zadań ucznia na podstawie zasad oceniania opublikowanych na stronie internetowej CKE.
- 7) Wskaż uczniowi, nad którymi treściami z zapisów wymagań egzaminacyjnych powinien jeszcze popracować.

### Wskazówki dla uczniów

Podczas przygotowywania się do egzaminu:

- 1) Dokładnie czytaj polecenia i instrukcje w zadaniach.
- 2) Zwracaj uwagę na słowa kluczowe w zadaniach (np. wskaż, oblicz, wykaż, uzasadnij).
- 3) Rozróżniaj polecenia podaj/oblicz, naszkicuj/narysuj, zapisz/wykaż/udowodnij.
- 4) Dobrze rozplanuj miejsce na rozwiązanie, wykres lub rysunek.
- 5) Odpowiadaj tylko na zadane pytanie/polecenie.
- 6) Nie trać czasu na długą analizę i próby rozwiązania – rozwiąż kolejne zadania.
- 7) Podczas obliczeń oceniaj sensowność wyników oraz pamiętaj o jednostkach.

