

WYMAGANIA EDUKACYJNE NIEZBĘDNE DO UZYSKANIA POZSZCZEGÓLNYCH ŚRÓDROCZNYCH I ROCZNYCH OCEN KLASYFIKACYJNYCH Z FIZYKI

ZAKRES PODSTAWOWY

Wymagania na poszczególne oceny.

Zasady ogólne

Wymagania na każdy stopień **wyższy** niż dopuszczający obejmują również wymagania na stopień **poprzedni**.

Na **podstawowym** poziomie wymagań uczeń powinien wykonać zadania **obowiązkowe** (łatwe - na stopień dostateczny i bardzo łatwe - na stopień dopuszczający); 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 skorzystać 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 ogólne – uczeń:

- wykorzystuje wielkości fizyczne do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych,
- przeprowadza doświadczenia i wyciąga wnioski z otrzymanych wyników
- wskazuje w otaczającej rzeczywistości przykłady zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych,
- posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych).

Ponadto uczeń:

- wykorzystuje narzędzia matematyki oraz formułuje sądy oparte na rozumowaniu matematycznym,
- wykorzystuje wiedzę o charakterze naukowym do identyfikowania i rozwiązywania problemów, a także formułowania wniosków opartych na obserwacjach empirycznych dotyczących przyrody,
- wyszukuje, selekcjonuje i krytycznie analizuje informacje,
- potrafi pracować w zespole.

Uwaga. Kursywą oznaczono treści dodatkowe lub dotyczące zagadnień spoza podstawy programowej.

I Astronomia i grawitacja

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • podaje definicję roku świetlnego • opisuje budowę Galaktyki i miejsce Układu Słonecznego w Galaktyce • wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla wyniku obserwacji • wyjaśnia założenia teorii heliocentrycznej Mikołaja Kopernika • opisuje miejsce Układu Słonecznego w Galaktyce i miejsce Ziemi w Układzie Słonecznym • wyjaśnia, dlaczego zawsze widzimy tę samą stronę Księżyca • opisuje gwiazdy jako naturalne źródła światła • opisuje Słońce jako jedną z gwiazd, a Galaktykę (Drogę Mleczną) jako jedną z wielu galaktyk we Wszechświecie • opisuje przebieg i wynik przeprowadzonego doświadczenia, wyjaśnia rolę użytych przyrządów, wykonuje schematyczny rysunek obrazujący układ doświadczenia • podaje przykłady ruchu krzywoliniowego, szczególnie ruchu jednostajnego po okręgu • opisuje ruch jednostajnego po okręgu, • posługując się pojęciem siły dośrodkowej, zaznacza na rysunku kierunek i zwrot siły dośrodkowej • wskazuje w otoczeniu przykłady sił pełniących funkcję siły dośrodkowej • opisuje przebieg i wynik przeprowadzonego doświadczenia, wyjaśnia rolę użytych przyrządów, wykonuje schematyczny rysunek obrazujący układ doświadczenia • wskazuje w otoczeniu przykłady oddziaływań grawitacyjnych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • porównuje rozmiary i odległości we Wszechświecie (galaktyki, gwiazdy, planety, ciała makroskopowe, organizmy, cząsteczki, atomy, jądra atomowe) • posługuje się pojęciem roku świetlnego • odnajduje na niebie kilka gwiazdozbiorów i Gwiazdę Polarną • opisuje przebieg i wynik przeprowadzonej obserwacji, wyjaśnia rolę użytych narzędzi lub przyrządów • wyjaśnia ruch gwiazd na niebie za pomocą ruchu obrotowego Ziemi • wymienia nazwy i podstawowe własności planet Układu Słonecznego i porządkuje je według odległości od Słońca • wskazuje różnice między planetami typu Ziemi (Merkury, Wenus, Ziemia i Mars) a planetami olbrzymimi (Jowisz, Saturn, Uran i Neptun) • rozwiązuje proste zadania związane z budową Układu Słonecznego • opisuje warunki panujące na Księżycu, wyjaśnia przyczynę występowania faz i zaćmień Księżyca • wykorzystuje wiedzę o charakterze naukowym do formułowania wniosków opartych na obserwacjach empirycznych dotyczących faz i zaćmień Księżyca • wyjaśnia, na czym polega zjawisko paralaksy • opisuje zasadę pomiaru odległości dzielącej Ziemię od Księżyca i planet opartą na paralaksie i zasadę pomiaru odległości od najbliższych gwiazd opartą na paralaksie rocznej • przedstawia graficznie zasadę wyznaczania odległości za pomocą paralaksy geoidalnej i heliocentrycznej • przedstawia graficznie wektor prędkości w ruchu prostoliniowym i krzywoliniowym • opisuje ruch jednostajny po okręgu, 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje zadania związane z przedstawianiem obiektów bardzo dużych i bardzo małych w odpowiedniej skali • planuje proste obserwacje astronomiczne, wybiera właściwe narzędzia lub przyrządy • opisuje i porównuje budowę planet Układu Słonecznego • wymienia i charakteryzuje inne obiekty Układu Słonecznego (księżycy planet, planety karłowate, planetoidy, komety) • określa, w której fazie Księżyca możemy obserwować zaćmienie Słońca, a w której Księżyca, i dlaczego nie następują one w każdej pełni i w każdym nowiu • wyjaśnia, dlaczego typowy mieszkaniec Ziemi częściej obserwuje zaćmienia Księżyca niż zaćmienia Słońca • oblicza odległość do gwiazdy (w parsekach) na podstawie jej kąta paralaksy • posługuje się jednostkami: parsek, rok świetlny, jednostka astronomiczna • wykonuje doświadczenia wykazujące, że prędkość w ruchu krzywoliniowym skierowana jest stycznie do toru • planuje doświadczenie związane z badaniem cech siły dośrodkowej • wskazuje przykłady wykorzystania satelitów geostacjonarnych i III prawa Keplera • wyjaśnia, w jaki sposób możliwe jest zachowanie stałego położenia satelity względem powierzchni Ziemi • wyjaśnia, w jakich warunkach występuje przeciążenie i niedociążenie • rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane z: <ul style="list-style-type: none"> - pierwszą prędkością kosmiczną, - siłą grawitacji, - a w szczególności: 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • posługuje się informacjami dotyczącymi budowy Galaktyki pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych, zamieszczonych w internecie) • odnajduje na niebie gwiazdy, gwiazdozbiory i planety, posługując się mapą nieba (obrotową lub komputerową) • wyjaśnia obserwowany na niebie ruch planet wśród gwiazd jako złożenie ruchów obiegowych: Ziemi i obserwowanej planety • wyjaśnia, dlaczego Galaktyka widziana jest z Ziemi w postaci smugi na nocnym niebie • opisuje doświadczenie Cavendisha • wyjaśnia wpływ siły grawitacji na ruch ciał w układzie podwójnym • rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe, korzystając: <ul style="list-style-type: none"> • ze wzoru na siłę grawitacji, • ze wzoru na pierwszą prędkość kosmiczną, m.in. oblicza prędkość satelity krążącego na danej wysokości, • z III prawa Keplera, • związane z przeciążeniem i niedociążeniem w układzie odniesienia poruszającym się z przyspieszeniem skierowanym w górę lub w dół • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów, w tym popularnonaukowych dotyczącymi: <ul style="list-style-type: none"> • zaćmień Księżyca i Słońca, • klasyfikacji gwiazd i galaktyk, • przykładów ruchu krzywoliniowego i sił spełniających funkcję siły dośrodkowej innych niż rozpatrywane na lekcji

	<p>posługując się pojęciem okresu i częstotliwości</p>	<p>- rozróżnia wielkości dane i szukane,</p>	
--	--	--	--

Ocena

Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
<ul style="list-style-type: none"> • podaje ogólne informacje na temat lotów kosmicznych, wskazując przykłady wykorzystania sztucznych satelitów i lotów kosmicznych • podaje przykłady zastosowania sztucznych satelitów • posługuje się pojęciem satelity geostacjonarnego • przedstawia graficznie eliptyczną orbitę planety z uwzględnieniem położenia Słońca posługuje się pojęciem siły ciężkości, mierzy jej wartość za pomocą 	<ul style="list-style-type: none"> • wykonuje doświadczenie związane z badaniem cech siły dośrodkowej • opisuje zależność między siłą dośrodkową a masą, prędkością liniową i promieniem, • wskazuje przykłady sił pełniących funkcję siły dośrodkowej • wyjaśnia, dlaczego w praktyce nie obserwujemy oddziaływań grawitacyjnych między ciałami innymi niż ciała niebieskie • wyjaśnia wpływ siły grawitacji Słońca na ruch planet i siły grawitacji planet na ruch ich księżyców, wskazuje siłę 	<ul style="list-style-type: none"> - szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku, i na tej podstawie ocenia wartości obliczanych wielkości fizycznych; zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony z dokładnością do 2-3 cyfr znaczących • rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe: <ul style="list-style-type: none"> - związane z ruchem jednostajnym po okręgu, korzystając ze wzoru na siłę dośrodkową • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów, w tym 	

<p>siłomierza, posługując się pojęciem niepewności pomiarowej</p> <ul style="list-style-type: none"> wskazuje przykłady występowania stanu nieważkości 	<p>grawitacji jako przyczynę spadania ciał na powierzchnię Ziemi</p> <ul style="list-style-type: none"> interpretuje zależności między wielkościami w prawie powszechnego ciężenia dla mas punktowych lub rozłącznych kul opisuje działanie siły grawitacji jako siły dośrodkowej przez analogię z siłami mechanicznymi wyjaśnia wpływ siły grawitacji Słońca na ruch planet i siły grawitacji planet na ruch ich księżyców, wskazuje siłę grawitacji jako przyczynę spadania ciał na powierzchnię Ziemi opisuje ruch sztucznych satelitów wokół Ziemi (jakościowo) posługuje się pojęciem pierwszej prędkości kosmicznej opisuje ruch satelity geostacjonarnego podaje i interpretuje treść III prawa Keplera wyznacza zależność okresu ruchu od promienia orbity (stosuje prawo Keplera) wyjaśnia, na czym polega stan nieważkości, i podaje warunki jego występowania rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane z: <ul style="list-style-type: none"> budową Układu Słonecznego wykorzystaniem pojęcia roku świetlnego wykorzystaniem zjawiska paralaksy ruchem jednostajnym po okręgu siłą dośrodkową ruchem satelity geostacjonarnego oraz wykorzystaniem III prawa Keplera stanem nieważkości 	<p>popularnonaukowych, m.in. dotyczącymi</p> <ul style="list-style-type: none"> budowy Układu Słonecznego, a także poszukiwań życia poza Ziemią historii lotów kosmicznych i wykorzystania sztucznych satelitów wykorzystania satelitów geostacjonarnych (innych niż omawiane na lekcji) oraz pracy odkryć Jana Keplera występowania stanu nieważkości w statku kosmicznym, a także przeciążenia i niedociążenia wskazuje przykłady sił grawitacji inne niż rozpatrywane na lekcji, podaje przykłady ruchu pod wpływem siły grawitacji oraz odkrycia Izaaka Newtona 	
---	--	--	--

II Fizyka atomowa

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyodrębnia efekt fotoelektryczny kontekstu, wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla wyniku doświadczenia opisuje efekt fotoelektryczny, wyjaśnia pojęcie fotonu opisuje zależności energii fotonu od częstotliwości wyjaśnia, że wszystkie ciała emitują promieniowanie, wskazując przykłady opisuje przebieg i wynik przeprowadzonego doświadczenia, formułuje wnioski oparte na obserwacjach empirycznych dotyczących promieniowania ciał opisuje budowę atomu wodoru podaje postulaty Bohra wykorzystuje postulaty Bohra i zasadę zachowania energii do opisu powstawania widma wodoru opisuje widmo wodoru 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje przebieg doświadczenia, podczas którego można zaobserwować efekt fotoelektryczny oraz wykonuje schematyczny rysunek obrazujący układ doświadczalny i formułuje wnioski oparte na obserwacjach empirycznych dotyczących efektu fotoelektrycznego odczytuje dane z tabeli, ocenia na podstawie podanej pracy wyjścia dla danego metalu oraz długości fali lub barwy padającego nań promieniowania, czy zajdzie efekt fotoelektryczny opisuje promieniowanie ciał opisuje związek między promieniowaniem emitowanym przez dane ciało oraz jego temperaturą opisuje stan podstawowy i stany wzbudzone stosuje zależność między promieniem n-tej orbity a promieniem pierwszej orbity w atomie wodoru interpretuje linie widmowe jako przejścia między poziomami energetycznymi atomów interpretuje zasadę zachowania energii przy przejściach elektronu między poziomami energetycznymi w atomie z udziałem fotonu formułuje wnioski oparte na obserwacjach empirycznych dotyczących natury światła opisuje falowe i kwantowe własności światła rozwiązuje proste zadania obliczeniowe dotyczące energii fotonu, budowy atomu wodoru, promieniowania ciał, a w szczególności: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku i ocenia na tej podstawie wartości obliczanych wielkości fizycznych, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony z dokładnością do 2-3 cyfr znaczących 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wykorzystuje zasadę zachowania energii do wyznaczenia energii i prędkości fotoelektronów wyjaśnia, dlaczego założenie o falowej naturze światła nie umożliwia wyjaśnienia efektu fotoelektrycznego odróżnia widma absorpcyjne od emisyjnych i opisuje różnice między nimi podaje ograniczenia teorii Bohra podaje argumenty na rzecz falowości korpuskularnej natury światła oraz granice stosowalności obu teorii i teorię łączącą je w jedną opisuje w uproszczeniu zjawisko emisji wymuszonej rozwiązuje proste zadania obliczeniowe dotyczące <ul style="list-style-type: none"> przejść elektronu między poziomami energetycznymi w atomie wodoru z udziałem fotonu, np. oblicza energię i długość fali fotonu emitowanego podczas przejścia elektronu między określonymi orbitami fal de Broglie'a, np. oblicza długość fali materii związanej z danym ciałem posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów, w tym popularnonaukowych, m.in. dotyczącymi: poglądów na strukturę atomu wodoru oraz życia i pracy naukowej Nielsa Bohra, budowy i widm atomów wieloelektronowych, przykładów zastosowania laserów innych niż rozpatrywane na lekcji 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje doświadczenia, w których można zaobserwować falową naturę materii opisuje zjawisko emisji wymuszonej rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe, dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> zjawiska fotoelektrycznego, budowy atomu wodoru, widma atomu wodoru i przejść elektronu między poziomami energetycznymi w atomie z udziałem fotonu, np. oblicza końcową prędkość elektronu poruszającego się po danej orbicie po pochłonięciu fotonu o podanej energii fal de Broglie'a posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów, w tym popularnonaukowych dotyczącymi: <ul style="list-style-type: none"> urządzeń, w których wykorzystywane jest zjawisko fotoelektryczne praktycznego wykorzystania analizy widmowej badań nad naturą światła oraz zastosowań teorii kwantowej

III Fizyka jądrowa

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wymienia cząstki, z których są zbudowane atomy podaje skład jądra atomowego na podstawie liczby masowej i atomowej odczytuje dane z tabeli opisuje zjawisko promieniotwórczości naturalnej, wskazując przykłady źródeł promieniowania jądrowego formuluje wnioski oparte na obserwacjach empirycznych dotyczących zjawiska promieniotwórczości odróżnia reakcje jądrowe od reakcji chemicznych posługuje się pojęciami jądra stabilnego i niestabilnego opisuje rozpad izotopu promieniotwórczego, posługując się pojęciem czasu połowicznego rozpadu podaje przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości (datowania substancji na podstawie składu izotopowego) podaje przykłady zastosowania energii jądrowej posługuje się pojęciami: energii spoczynkowej, deficytu masy i energii wiązania podaje wiek Słońca i przewidywany czas jego życia wyjaśnia, że każda gwiazda zmienia się w czasie swojego życia podaje przybliżony wiek Wszechświata 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> posługuje się pojęciami: <i>pierwiastek, jądro atomowe, izotop, proton, neutron, elektron</i> wskazuje przykłady izotopów wymienia właściwości promieniowania jądrowego α, β, γ opisuje wybrany sposób wykrywania promieniowania jonizującego wyjaśnia, jak promieniowanie jądrowe wpływa na materię oraz na organizmy, opisuje sposoby ochrony przed promieniowaniem podaje przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości opisuje rozpady alfa, beta (nie są wymagane wiadomości o neutronach) oraz sposób powstawania promieniowania gamma opisuje reakcje jądrowe, stosując zasady: zachowania liczby nukleonów i zasadę zachowania ładunku oraz zasadę zachowania energii rysuje wykres zależności liczby jąder, które uległy rozpadowi od czasu wyjaśnia zasadę datowania substancji na podstawie składu izotopowego, np. datowanie węglem ^{14}C opisuje reakcję rozszczepienia uranu ^{235}U zachodzącą w wyniku pochłonięcia neutronu; podaje warunki zajścia reakcji łańcuchowej wymienia korzyści i zagrożenia płynące z energetyki jądrowej opisuje reakcje termojądrowe zachodzące w gwiazdach oraz w bombie wodorowej wyjaśnia, skąd pochodzi energia Słońca i innych gwiazd interpretuje zależność $E = mc^2$ opisuje powstanie Słońca i jego przyszłe losy 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, dlaczego jądro atomowe się nie rozpada opisuje zasadę działania licznika Geigera-Mullera porównuje przenikliwość znanych rodzajów promieniowania oraz szkodliwość różnych źródeł promieniowania sporządza wykres zależności liczby jąder, które uległy rozpadowi od czasu na podstawie danych z tabeli (oznaczenie wielkości i skali na osiach), a także odczytuje dane z wykresu opisuje działanie elektrowni atomowej przytacza i ocenia argumenty za energetyką jądrową i przeciw niej oblicza ilość energii wyzwolonej w podanych reakcjach jądrowych opisuje ewolucję gwiazdy w zależności od jej masy opisuje rozszerzanie się Wszechświata (ucieczkę galaktyk) wyjaśnia, skąd pochodzi większość pierwiastków, z których zbudowana jest materia wokół nas i nasze organizmy wyjaśnia, że proces rozszerzania Wszechświata przyspiesza i nie wiemy jeszcze, dlaczego się tak dzieje rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane z energią jądrową posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów, w tym popularnonaukowych, m.in. dotyczącymi: występowania i właściwości omawianych izotopów promieniotwórczych (np. izotopu radonu), metody datowania radiowęglowego ewolucji Słońca 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia pojęcie <i>antymateria</i> przedstawia trudności związane z kontrolowaniem fuzji termojądrowej opisuje przemiany jądrowe, które będą zachodziły w Słońcu w przyszłych etapach jego życia rozwiązuje zadania metodą graficzną, korzystając z wykresu przedstawiającego zmniejszanie się liczby jąder izotopu promieniotwórczego w czasie posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów, w tym popularnonaukowych dotyczącymi: <ul style="list-style-type: none"> doświadczenia Rutherforda nad rozpraszaniem cząstek α na bardzo cienkiej folii ze złota i odkrycia jądra atomowego oraz doświadczeń wykonywanych w akceleratorach życia i osiągnięć Marii Skłodowskiej-Curie oraz zastosowania zjawiska promieniotwórczości i wykrywania promieniowania jądrowego korzyści i zagrożeń związanych z wytwarzaniem energii elektrycznej w elektrowniach konwencjonalnych (m.in. opartych na spalaniu węgla) i elektrowniach atomowych, a także historii rozwoju energetyki jądrowej oraz tragicznych skutków zrzucenia pierwszych bomb atomowych na Japonię i awarii elektrowni jądrowej w Czarnobylu życia i pracy A. Einsteina, a także jednej z najważniejszych zależności występujących w przyrodzie - zależności energii wiązanej przypadającej na jeden nukleon od liczby masowej ewolucji gwiazd historii badań Wszechświata (np. prace E. Hubble'a, A. Wolszczana) oraz ewolucji gwiazd formułując wnioski oparte na wynikach obserwacji i badań Wszechświata

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
	<ul style="list-style-type: none"> • wymienia podstawowe właściwości czerwonych olbrzymów, białych karłów, gwiazd neutronowych i czarnych dziur • opisuje Wielki Wybuch jako początek znanego nam Wszechświata • opisuje zasadę określania orientacyjnego wieku Układu Słonecznego • wyjaśnia, że obiekty położone daleko oglądamy takimi, jakimi były w przeszłości <ul style="list-style-type: none"> - rozwiązuje proste zadania obliczeniowe dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> - składu jądra atomowego - reakcji jądrowych - pojęcia czasu połowicznego rozpadu - deficytu masy i energii wiązania - oblicza energię spoczynkową, deficyt masy i energię wiązania dla dowolnego pierwiastka układu okresowego, a w szczególności: rozróżnia wielkości dane i szukane, odczytuje dane z tabeli i zapisuje dane w formie tabeli, przelicza wielokrotności, szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku i ocenia na tej podstawie wartości obliczanych wielkości fizycznych, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony z dokładnością do 2-3 cyfr znaczących 		

Wymagania umożliwiające uzyskanie stopnia celującego. Uczeń opanował wymagania na ocenę bardzo dobra a ponadto jest twórczy, rozwiązuje zadania problemowe w sposób niekonwencjonalny, potrafi dokonać syntezy wiedzy i na tej podstawie sformułować hipotezy badawczej zaproponować sposób ich weryfikacji, samodzielnie prowadzi badania o charakterze naukowym, z własnej inicjatywy pogłębia swoją wiedzę, korzystając z różnych źródeł, poszukuje zastosowań wiedzy w praktyce.

Grzegorz Kaczorowski
Cyprian Princ