PRZEDMIOTOWY SYSTEM OCENIANIA

Ogólne zasady oceniania zostały określone rozporządzeniem MEN (*Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 16 sierpnia 2017 r. w sprawie oceniania, klasyfikowania i promowania uczniów i słuchaczy w szkołach publicznych*).

Wymagania zamieszczone w propozycji przedmiotowego systemu oceniania są bardzo starannie skorelowane z podręcznikiem i zostały sformułowane zarówno w odniesieniu do treści ściśle wynikających z podstawy programowej (określonej w *Rozporządzeniu Ministra Edukacji Narodowej z dnia 30 stycznia 2018 r. w sprawie podstawy programowej kształcenia ogólnego dla liceum ogólnokształcącego, technikum oraz branżowej szkoły II stopnia*), jak i do treści nieobowiązkowych, poszerzających i pogłębiających materiał nauczania. Te zagadnienia są przeznaczone do realizacji na podstawie decyzji nauczyciela, w miarę możliwości i oczekiwań uczniów.

**Klasa 1**

| Temat według programu | Wymagania konieczne  (ocena dopuszczająca)  Uczeń potrafi: | Wymagania podstawowe  (ocena dostateczna)  Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi: | Wymagania rozszerzone  (ocena dobra)  Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: | Wymagania dopełniające  (oceny bardzo dobra i celująca)  Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Dział 1. Opis ruchu postępowego | | | | |
| 1. Elementy działań na wektorach | * podać przykłady wielkości fizycznych skalarnych i wektorowych, * wymienić cechy wektora, * zilustrować przykładem każdą z cech wektora, * dodawać wektory, * odjąć wektor od wektora, * pomnożyć i podzielić wektor przez liczbę | * rozłożyć wektor na składowe o dowolnych kierunkach | * obliczyć współrzędne wektora w dowolnym układzie współrzędnych | * wykorzystać w pełni wiedzę podręcznikową w zakresie działań na wektorach do rozwiązywania problemów, * rozwiązać wszystkie zadania z podręcznika dotyczące działań na wektorach, * wyszukać w różnych źródłach i zaprezentować problemy dotyczące działań na wektorach |
| 2–3. Pojęcia i wielkości fizyczne opisujące ruch, cz. I | * poprawnie posługiwać się pojęciami: droga, położenie, szybkość średnia i chwilowa, przemieszczenie, prędkość średnia i chwilowa, * narysować wektor położenia ciała w układzie współrzędnych, * narysować wektor przemieszczenia ciała w układzie współrzędnych, * odróżnić zmianę położenia od przebytej drogi | * podać warunki, przy których wartość przemieszczenia jest równa przebytej drodze, * wykazać, że wektor przemieszczenia nie zależy od wyboru układu współrzędnych | * przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wniosku, że prędkość chwilowa jest styczna do toru w punkcie, w którym znajduje się ciało w danej chwili, * wyjaśnić różnicę między średnią wartością prędkości i wartością prędkości średniej | * wypowiadać się na temat wprowadzonych wielkości fizycznych precyzyjnym językiem fizyki, * rozwiązać zadania z podręcznika i inne, o podwyższonym stopniu trudności, wskazane przez nauczyciela |
| 4–5. Pojęcia i wielkości fizyczne opisujące ruch, cz. II | * podać i objaśnić wzór na wartość przyspieszenia średniego, * objaśnić, co to znaczy, że ciało porusza się po okręgu ruchem jednostajnym | * posługiwać się pojęciami: przyspieszenie średnie i chwilowe, * zapisać i objaśnić wzór na wartość przyspieszenia dośrodkowego | * skonstruować wektor przyspieszenia w ruchu prostoliniowym przyspieszonym i opóźnionym oraz w ruchu krzywoliniowym | * wyprowadzić wzór na wartość przyspieszenia dośrodkowego, * przeprowadzić dyskusję problemu przyspieszenia w ruchach zmiennych krzywoliniowych |
| 6. Ruch jednostajny prostoliniowy | * zdefiniować ruch prostoliniowy jednostajny, * obliczać szybkość, drogę i czas w ruchu prostoliniowym jednostajnym | * sporządzać wykres zależności  i  dla ruchu jednostajnego, * odczytywać z wykresu wielkości fizyczne, * objaśnić różnicę między wykresem zależności drogi od czasu i współrzędnej położenia od czasu | * wyprowadzić i zinterpretować wzory przedstawiające zależności od czasu współrzędnej położenia i prędkości dla ruchów jednostajnych, * rozwiązywać typowe zadania dotyczące ruchu jednostajnego | * sporządzać wykresy zależności od czasu współrzędnej położenia i prędkości dla ruchów jednostajnych, * zinterpretować pole powierzchni odpowiedniej figury na wykresie  jako drogę w dowolnym ruchu |
| 7–10. Ruch jednostajnie zmienny prostoliniowy. Wyznaczanie wartości przyspieszenia w ruchu jednostajnie przyspieszonym | * podać przykłady ruchu przyspieszonego i opóźnionego, * obliczyć drogę przebytą w czasie t ruchem jednostajnie przyspieszonym i opóźnionym, * obliczać szybkość chwilową w ruchach jednostajnie przyspieszonych i opóźnionych, * aktywnie uczestniczyć w wykonywaniu doświadczenia, * sformułować wynik doświadczenia | * objaśnić, co to znaczy, że ciało porusza się ruchem jednostajnie przyspieszonym i jednostajnie opóźnionym po prostej, * porównać zwroty wektorów prędkości i przyspieszenia w ruchu po prostej i stwierdzić, że w przypadku ruchu przyspieszonego wektory  i  mają zgodne, a w przypadku ruchu opóźnionego mają przeciwne zwroty, * wpisywać wyniki pomiarów do zaprojektowanej w podręczniku tabeli i wykonywać obliczenia | * wyprowadzić i zinterpretować wzory przedstawiające zależności od czasu: współrzędnych położenia, prędkości i przyspieszenia dla ruchów jednostajnie zmiennych po prostej, * sporządzać wykresy tych zależności, * rozwiązywać typowe zadania dotyczące składania ruchów, * z pomocą nauczyciela przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych | * rozwiązywać nietypowe zadania dotyczące ruchów jednostajnie zmiennych, * samodzielnie przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych i skomentować jej wynik |
| 11–12. Przykłady opisu ruchów zmiennych |  | * powtórzyć przeprowadzone na lekcjach rozumowania związane z opisem ruchów zmiennych | * rozwiązywać nowe, typowe zadania dotyczące ruchów zmiennych | * rozwiązywać nowe, nietypowe zadania dotyczące ruchów zmiennych |
| 13–14. Względność ruchu | * wyjaśnić pojęcie układu odniesienia, * wyjaśnić, co to znaczy, że spoczynek i ruch są względne | * wyjaśnić, jakie układy odniesienia traktujemy jako inercjalne, * wyjaśnić pojęcie czasu absolutnego, * stosować prawa składania i rozkładania wektorów do składania ruchów | * podać związki między współrzędnymi położenia ciała w układach poruszających się względem siebie ruchem jednostajnym, * podać związek między prędkościami ciała w poruszających się względem siebie układach inercjalnych, * nazwać powyższe związki transformacją Galileusza i podać warunki jej stosowalności, * podać związek między przyspieszeniami w układach inercjalnych, * zmieniać układ odniesienia i opisywać ruch z punktu widzenia obserwatorów w każdym z tych układów | * wyprowadzić na przykładzie związki między współrzędnymi położenia ciała w układach poruszających się względem siebie ruchem jednostajnym, * wyprowadzić związek między prędkościami ciała w poruszających się względem siebie układach inercjalnych, * przytoczyć i objaśnić zasadę względności ruchu Galileusza, podać warunki jej stosowalności, * rozwiązywać trudniejsze problemy dotyczące składania ruchów |
| 15–17. Opis ruchu w dwóch wymiarach, cz. I | * opisać rzut poziomy jako ruch złożony ze spadania swobodnego i ruchu jednostajnego w kierunku poziomym, * objaśnić wzory opisujące rzut poziomy, * wyrazić szybkość liniową przez okres ruchu i częstotliwość | * przekształcać wzory na wysokość i zasięg rzutu poziomego w celu obliczania wskazanej wielkości fizycznej, * posługiwać się pojęciem szybkości kątowej, * stosować miarę łukową kąta, * zapisać związek między szybkością liniową i kątową | * obliczyć wartość prędkości chwilowej ciała rzuconego poziomo i ustalić jej kierunek, * wyprowadzić związek między szybkością liniową i kątową, * przekształcać wzór na wartość przyspieszenia dośrodkowego i zapisać różne postacie tego wzoru, * rozwiązywać zadania dotyczące rzutu poziomego, * rozwiązywać problemy dotyczące ruchu jednostajnego po okręgu | * rozwiązywać nietypowe zadania dotyczące rzutu poziomego, * zaproponować i wykonać doświadczenie pokazujące, że czas spadania ciała rzuconego poziomo z pewnej wysokości jest równy czasowi spadania swobodnego z tej wysokości, * rozwiązywać problemy dotyczące ruchu niejednostajnego po okręgu |
| \*18. Opis ruchu w dwóch wymiarach, cz. II |  |  | * opisać rzut ukośny jako ruch, w którym nadajemy ciału prędkość skierowaną pod pewnym kątem do poziomu | * rozłożyć rzut ukośny na dwa ruchy składowe i wyprowadzić równanie toru oraz wzory na wysokość i zasięg rzutu, * rozwiązywać zadania dotyczące rzutu ukośnego |
| Dział 2. Siła jako przyczyna zmian ruchu | | | | |
| 1–3. Zasady dynamiki Newtona | * wymienić rodzaje oddziaływań występujące w przyrodzie, * podać jakościowe przykłady zastosowania zasad dynamiki Newtona, * rysować siły wzajemnego oddziaływania ciał | * objaśnić stwierdzenia:   + *Siła jest miarą oddziaływania.*   + *O zachowaniu ciała decyduje zawsze siła wypadkowa wszystkich sił działających na to ciało.,* * w oddziaływaniach bezpośrednich wskazać źródło siły i przedmiot jej działania, * wypowiedzieć treść zasad dynamiki, * przekształcać wzór wyrażający drugą zasadę dynamiki i obliczać każdą z występujących w nim wielkości fizycznych, * znajdować graficznie wypadkową sił działających na ciało | * wyjaśnić pojęcie „układ inercjalny” i pierwszą zasadę dynamiki jako postulat istnienia takiego układu, * w przypadku kilku sił działających na ciało zapisać drugą zasadę dynamiki w postaci równania wektorowego i przekształcić je w układ równań skalarnych w obranym układzie współrzędnych, * rozwiązywać typowe zadania wymagające stosowania zasad dynamiki, np. zamieszczone w podręczniku w Przykładach zastosowań zasad dynamiki | * na podstawie wartości siły wypadkowej (stała, zmienna) i jej zwrotu w stosunku do prędkości ciała ocenić rodzaj ruchu wykonywanego przez ciało, * swobodnie operować zdobytą wiedzą na temat zasad dynamiki, używając precyzyjnego języka fizyki, * rozwiązywać problemy o wysokim stopniu trudności |
| 4. Siła a zmiana pędu ciała | * zapisać wzorem i objaśnić pojęcie pędu, * odpowiedzieć na pytanie: Kiedy pęd ciała nie ulega zmianie? | * na podstawie definicji przyspieszenia i drugiej zasady dynamiki wyprowadzić wzór wiążący zmianę pędu z wypadkową siłą działającą na ciało i czasem jej działania, czyli inną postać drugiej zasady dynamiki | * na przykładach znajdować zmianę pędu jako różnicę pędu końcowego i początkowego, * analizować związek  i wyciągnąć wniosek w postaci zasady zachowania pędu ciała | * uzasadnić konieczność korzystania z innej postaci drugiej zasady dynamiki w przypadku, gdy zmienia się masa ciała, na które działa siła |
| 5–7. Zasada zachowania pędu dla układu ciał | * odpowiedzieć na pytania: * Co nazywamy układem ciał? * Jak definiujemy pęd układu ciał? * W jakim punkcie go zaczepiamy? * Jaki warunek musi być spełniony,  by pęd układu ciał nie zmieniał się? | * obliczyć położenie środka masy układu dwóch ciał, * wyznaczyć doświadczalnie położenie środka masy figury płaskiej, * zapisać wzorem i objaśnić zasadę zachowania pędu dla układu ciał | * podać uogólniony wzór na położenie środka masy n ciał i go objaśnić, * graficznie znajdować pęd układu ciał, * zastosować zasadę zachowania pędu w typowych zadaniach | * posługiwać się precyzyjnym językiem fizyki i samodzielnie przeprowadzić rozumowanie prowadzące do sformułowania zasady zachowania pędu dla układu ciał, * rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności |
| 8. Tarcie | * rozróżnić pojęcia siły tarcia statycznego i kinetycznego, * zapisać wzór na wartość siły tarcia, rozróżnić sytuacje, w których we wzorze występuje współczynnik tarcia statycznego lub kinetycznego | * zdefiniować współczynniki tarcia statycznego i kinetycznego, * omówić rolę tarcia na wybranych przykładach, * sporządzić i objaśnić wykres zależności wartości siły tarcia od wartości siły działającej równolegle do stykających się powierzchni dwóch ciał | * rozwiązywać typowe zadania z dynamiki, w których uwzględnia się siły tarcia posuwistego, np. rozwiązane w podręczniku lub podobne | * rozwiązywać trudne zadania z dynamiki, w których uwzględnia się siły tarcia, z dostępnych zbiorów zadań |
| 9. Wyznaczanie współczynników tarcia statycznego i kinetycznego | * aktywnie uczestniczyć w wykonywaniu doświadczenia | * opisać ruch ciała z tarciem po równi pochyłej, * wpisywać wyniki pomiarów do tabeli zaprojektowanej w podręczniku i wykonywać obliczenia | * podać cele doświadczenia i opisać sposób jego wykonania, * z pomocą nauczyciela przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych | * samodzielnie przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych i skomentować jej wynik |
| 10–11. Siły w ruchu po okręgu | * wskazać działanie siły dośrodkowej o stałej wartości jako warunku ruchu ciała po okręgu ze stałą szybkością, * podać przykłady siły dośrodkowej o różnej naturze | * podać i objaśnić kilka postaci wzoru na wartość siły dośrodkowej | * rozwiązywać typowe zadania z zastosowaniem zasad dynamiki do ruchu po okręgu, np. rozwiązane w podręczniku lub podobne | * rozwiązywać problemy, w których na ciało oprócz siły normalnej do toru ruchu działa również siła styczna, * samodzielnie rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności |
| 12. Badanie ruchu jednostajnego po okręgu | * aktywnie uczestniczyć w wykonywaniu doświadczenia, * sformułować wnioski z doświadczenia | * wpisywać wyniki pomiarów do tabeli zaprojektowanej w podręczniku i wykonywać obliczenia | * podać cele doświadczenia i opisać sposób jego wykonania, * z pomocą nauczyciela przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych | * samodzielnie przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych i skomentować jej wynik |
| 13–15. Opis ruchu w układach nieinercjalnych | * wyjaśnić, co to znaczy, że układ odniesienia jest nieinercjalny, * wykazać na przykładzie, że w układzie nieinercjalnym zasady dynamiki się nie stosują | * na przykładzie przeprowadzić rozumowanie uzasadniające konieczność wprowadzenia siły bezwładności do opisu ruchu w układzie nieinercjalnym, * zademonstrować działanie siły bezwładności, * podać wzór na wartość siły bezwładności i go objaśnić | * rozwiązywać typowe zadania z dynamiki w układzie nieinercjalnym, np. rozwiązane w podręczniku lub podobne | * samodzielnie rozwiązywać trudniejsze problemy dynamiczne zarówno w układzie inercjalnym, jak i nieinercjalnym |
| Dział 3. Praca, moc, energia mechaniczna | | | | |
| 1. Iloczyn skalarny dwóch wektorów |  | * zapisać wzór na iloczyn skalarny dwóch wektorów i podać jego podstawowe własności | * korzystać z iloczynu skalarnego dwóch wektorów skierowanych pod dowolnym kątem |  |
| 2–3. Praca i moc | * napisać i objaśnić skalarny wzór na pracę stałej siły działającej pod stałym kątem do kierunku przemieszczenia, * podać jednostkę pracy 1 J i sposób jej wprowadzenia, * podać definicję mocy średniej i zapisać ją wzorem, * podać jednostkę mocy 1 W i sposób jej wprowadzenia | * podać jednostki pochodne pracy i mocy oraz ich związki z jednostkami podstawowymi, * podać wzory na moc średnią i chwilową z użyciem prędkości średniej i prędkości chwilowej, * przekształcać wzory i wykonywać proste obliczenia | * przeprowadzić rozumowanie konieczne do obliczenia pracy siły zmiennej, * obliczać pracę siły zmiennej na podstawie wykresu F(x), * obliczać pracę wykonaną przez urządzenie, którego moc zmienia się z upływem czasu | * rozwiązywać zadania dotyczące obliczania pracy i mocy o podwyższonym stopniu trudności, np. z wykorzystaniem zasad dynamiki |
| 4–5. Rodzaje energii mechanicznej | * obliczać energię potencjalną grawitacyjną ciała w pobliżu Ziemi za pomocą wzoru , * obliczać energię kinetyczną ciała za pomocą wzoru | * wyjaśnić pojęcia: siła wewnętrzna i zewnętrzna w układzie ciał, * podać warunek, po spełnieniu którego układ może wykonać pracę, * podać definicje energii mechanicznej, potencjalnej i kinetycznej wyrażone poprzez ich zmiany, * na podstawie definicji energii kinetycznej wyprowadzić wzór, za pomocą którego obliczamy tę energię | * wyjaśnić, po czym poznajemy, że zmienia się energia potencjalna układu ciał, a po czym, że zmienia się energia kinetyczna | * obliczyć pracę siły zewnętrznej i pracę siły grawitacyjnej przy zmianie odległości ciała od Ziemi oraz przedyskutować znak każdej z nich |
| 6–7. Zasada zachowania energii mechanicznej | * podać przykłady zjawisk, w których zasada zachowania energii mechanicznej jest spełniona i w których nie jest spełniona | * wypowiedzieć zasadę zachowania energii mechanicznej i podać warunki, w których jest spełniona, * przytoczyć samodzielnie opisane w podręczniku przykłady, w których wykorzystuje się zasadę zachowania energii mechanicznej w celu obliczenia pewnej wielkości fizycznej, * opisać sposób postępowania w przypadkach, gdy w rozważanym problemie energia mechaniczna nie jest zachowana | * z pomocą nauczyciela przeprowadzić rozumowanie prowadzące do sformułowania zasady zachowania energii mechanicznej, * rozwiązywać typowe zadania wymagające wykorzystania zasady zachowania energii lub związku zmian energii z wykonywaną pracą | * samodzielnie przeprowadzić rozumowanie prowadzące do sformułowania zasady zachowania energii mechanicznej dla układu dwóch ciał, * wyjaśnić, co to znaczy, że pewne siły są zachowawcze, * rozwiązywać nietypowe i trudne zadania, w których energia mechaniczna ulega zmianie |
| 8. Zderzenia ciał | * podać przykłady zderzeń sprężystych i niesprężystych | * zapisać i objaśnić zasady zachowania energii i pędu dla zderzeń doskonale sprężystych, * zapisać i objaśnić zasadę zachowania pędu dla zderzeń doskonale niesprężystych | * przeanalizować zderzenie doskonale sprężyste centralne dwu kulek, poruszających się z prędkościami o jednakowych kierunkach i zwrotach, i obliczyć współrzędne prędkości obu kulek po zderzeniu | * przeanalizować i obliczyć współrzędne prędkości dwu kulek po zderzeniu sprężystym centralnym w przypadku, gdy masy kulek są jednakowe i gdy pierwsza ma o wiele większą masę od drugiej |
| 9. Badanie zderzeń dwóch ciał i wyznaczanie masy jednego z nich | * aktywnie uczestniczyć w wykonywaniu pomiarów, * sformułować wnioski z doświadczenia | * zapisywać wyniki w tabeli, * wykonywać obliczenia szukanych wielkości z wykorzystaniem wzorów zamieszczonych w opisie doświadczenia | * sformułować cele doświadczenia, * wykonywać kolejne czynności wymienione w opisie doświadczenia, * z pomocą nauczyciela przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych | * samodzielnie przestudiować opis doświadczenia zamieszczony w podręczniku i precyzyjnie go przedstawić na lekcji, * samodzielnie przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych i skomentować jej wynik |
| 10. Sprawność urządzeń mechanicznych | * wyjaśnić, o czym informuje nas wielkość fizyczna zwana sprawnością urządzenia | * podać i objaśnić definicję sprawności urządzenia, * stosować definicję sprawności do rozwiązywania prostych zadań | * przeprowadzić rozumowanie wyjaśniające sposób obliczania sprawności równi pochyłej i bloku nieruchomego | * przeprowadzić rozumowanie ukazujące sposób obliczania sprawności układu urządzeń, * rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności |
| Dział 4. Zjawiska hydrostatyczne | | | | |
| 1. Ciśnienie hydrostatyczne. Prawo Pascala | * podać definicję ciśnienia i jego jednostkę, * wyjaśnić pojęcia: ciśnienie atmosferyczne i ciśnienie hydrostatyczne oraz posługiwać się tymi pojęciami, * wskazać, od czego zależy ciśnienie hydrostatyczne | * wyprowadzić i objaśnić wzór informujący, od czego zależy ciśnienie hydrostatyczne, * omówić zastosowania prawa Pascala | * wyjaśnić, na czym polega paradoks hydrostatyczny, * sformułować i objaśnić prawo Pascala | * wykorzystać i prezentować wiedzę o urządzeniach hydraulicznych i pneumatycznych, pochodzącą z różnych źródeł |
| 2. Prawo naczyń połączonych | * podać przykłady zastosowania naczyń połączonych | * sformułować i objaśnić prawo równowagi cieczy w naczyniach połączonych, * za pomocą naczyń połączonych wyznaczyć nieznaną gęstość cieczy | * wykorzystywać prawo równowagi cieczy w naczyniach połączonych do rozwiązywania zadań |  |
| 3. Prawo Archimedesa | * opisać przykłady zachowania się ciał (np. okrętów, balonów) wynikające z obowiązywania prawa Archimedesa | * sformułować i objaśnić prawo Archimedesa, * na podstawie analizy sił działających na ciało zanurzone w cieczy wnioskować o warunkach pływania i tonięcia ciała w cieczy, * rozwiązywać proste zadania z zastosowaniem obliczania siły wyporu | * przeprowadzić rozumowanie wyjaśniające, dlaczego zbudowany częściowo z metalu okręt nie tonie, * rozwiązywać problemy jakościowe i ilościowe związane z zastosowaniem prawa Archimedesa | * wyprowadzić prawo Archimedesa na drodze rozumowania, * rozwiązywać nietypowe problemy z zastosowaniem prawa Archimedesa |
| 4. Zastosowanie prawa Archimedesa do wyznaczania gęstości ciał | * podać definicję gęstości ciała i jej jednostkę, * opisać poznany w szkole podstawowej sposób doświadczalnego wyznaczania gęstości ciała stałego lub cieczy, * mierzyć gęstość cieczy za pomocą areometru | * z pomocą nauczyciela opisać metodę wyznaczania gęstości ciała stałego i cieczy na podstawie prawa Archimedesa | * samodzielnie opisać metodę wyznaczania gęstości ciała stałego i cieczy, w której wykorzystuje się prawo Archimedesa | * skorzystać z różnych źródeł i zapoznać się z prawami hydrodynamiki (np. prawem Bernoulliego) oraz omówić ich skutki |
| Dział 5. Niepewności pomiarowe | | | | |
| 1. Pomiary bezpośrednie. Niepewności pomiarów bezpośrednich | * wymienić przykłady pomiarów bezpośrednich, czyli prostych, * wymienić przykłady pomiarów pośrednich, czyli złożonych, * wyjaśnić, w jaki sposób wykonuje się pomiary proste, * wyjaśnić na przykładach przyczyny popełniania podczas pomiarów błędów grubych i systematycznych, * wyjaśnić, dlaczego przy pomiarze czasu stoperem przyjmujemy niepewność większą od najmniejszej działki przyrządu | * wyjaśnić, na czym polega różnica między błędem a niepewnością pomiaru, * zapisać wynik pojedynczego pomiaru wraz z niepewnością pomiarową i objaśnić ten wynik, * obliczyć średnią arytmetyczną wyników pomiarów i oszacować jej niepewność, * oszacować niepewność względną i procentową | * wymienić najczęściej występujące źródła niepewności pomiarowych, * objaśnić, co nazywamy rozdzielczością przyrządu i kiedy możemy przyjąć ją jako niepewność pomiaru | * wyjaśnić potrzebę dobrania odpowiednio precyzyjnego przyrządu do określonego pomiaru, * wymienić zasady zaokrąglania wyników pomiarów i niepewności do odpowiedniej liczby cyfr znaczących |
| 2–3. Niepewności pomiarów pośrednich i ich szacowanie. Dopasowanie prostej do wyników pomiarów | * wyjaśnić, co to znaczy, że pomiar jest pośredni, czyli złożony | * z pomocą nauczyciela oszacować niepewność pomiaru pośredniego metodą NKP | * samodzielnie oszacować niepewność pomiaru pośredniego metodą NKP, * przedstawić graficznie wyniki pomiarów wraz z niepewnościami | * dopasować prostą do wyników pomiaru i zinterpretować jej nachylenie, * swobodnie operować zdobytą wiedzą na temat niepewności pomiarowych, używając precyzyjnego języka fizyki |