PRZEDMIOTOWY SYSTEM OCENIANIA

W opracowanym PSO zrezygnowano z haseł dotyczących rozwiązywania zadań, bo musiałyby się powtarzać w prawie każdym temacie. Proste obliczenia, polegające na podstawieniu do wzoru i przypisaniu właściwej jednostki, powinien wykonywać uczeń na ocenę dostateczną. Typowe zadania powinien rozwiązywać uczeń aspirujący do oceny dobrej. Na ocenę bardzo dobrą i celującą oczekujemy od ucznia rozwiazywania nietypowych zadań obliczeniowych i problemowych, wymagających formułowania i analizowania problemu oraz korzystania z dodatkowych źródeł wiedzy.

PSO jest materiałem wspomagającym nauczyciela w ocenie wiedzy i umiejętności ucznia. Ocenie powinny także podlegać aktywność i systematyczność ucznia. W ocenianiu należy również uwzględniać możliwości intelektualne ucznia.

**Klasa 4**

| Temat według programu | Wymagania konieczne  (ocena dopuszczająca)  Uczeń potrafi: | Wymagania podstawowe  (ocena dostateczna)  Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi: | Wymagania rozszerzające  (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 18. Dualna natura promieniowania i materii | | | | |
| 1–2. Fale elektromagnetyczne | * omówić widmo fal elektromagnetycznych, * podać źródła i zastosowania wybranych zakresów widma | * podać definicję fali elektromagnetycznej | * omówić doświadczenie Hertza | * wyprowadzić wzór na okres drgań własnych obwodu LC, * przygotować prezentację na temat oddziaływania promieniowania elektromagnetycznego na organizmy |
| Pomiar wartości prędkości światła |  |  | * opisać jedną z metod pomiaru wartości prędkości światła | * opisać wszystkie wymienione w podręczniku metody pomiaru wartości prędkości światła |
| 3. Doświadczenie Younga. Światło jako fala elektromagnetyczna | * wyjaśnić powstawanie prążków interferencyjnych w doświadczeniu Younga, * wyjaśnić historyczne znaczenie doświadczenia Younga | * obserwować zjawisko dyfrakcji i interferencji światła oraz opisać obrazy otrzymane na ekranie, * na podstawie opisu w podręczniku wyprowadzić związek między długością fali, odległością sąsiednich prążków na ekranie, wzajemną odległością szczelin i odległością szczelin od ekranu | * wyjaśnić pojęcie spójności fal |  |
| 4–5. Siatka dyfrakcyjna | * opisać i objaśnić obraz powstający po przejściu światła przez siatkę dyfrakcyjną | * podać warunki maksymalnego wzmocnienia i całkowitego wygaszenia fal | * zastosować do obliczeń warunki maksymalnego wzmocnienia i całkowitego wygaszenia fal, * porównać obrazy otrzymane na ekranie po przejściu przez siatkę dyfrakcyjną światła monochromatycznego i światła białego | * wyprowadzić i skomentować warunki maksymalnego wzmocnienia i całkowitego wygaszenia światła przechodzącego przez siatkę dyfrakcyjną, * opisać metodę wyznaczania długości fali świetlnej za pomocą siatki dyfrakcyjnej |
| 6. Interferencja światła w cienkich warstwach | * wymienić obserwowalne skutki interferencji światła odbitego od dwóch powierzchni cienkiej warstwy | * sporządzić rysunek przedstawiający odbicie światła od dwóch powierzchni cienkiej warstwy | * wyjaśnić przyczynę powstawania efektów świetlnych spowodowanych interferencją światła odbitego od dwóch powierzchni cienkiej warstwy | * wyprowadzić wzory na powstawanie obszarów jasnych i ciemnych, * obliczyć długość fali, dla której w wyniku interferencji światła odbitego od dwóch powierzchni cienkiej warstwy zachodzi maksymalne wzmocnienie lub całkowite wygaszenie |
| 7. Dyfrakcja światła na szczelinie | * zaobserwować i objaśnić obraz powstający po przejściu światła przez szczelinę | * podać i nazwać wielkości występujące we wzorach na kąt ugięcia, pod którym widzimy pierwszy ciemny prążek, w przypadku szczeliny i kolistego otworka | * interpretować warunek na pierwsze minimum, czyli związek kąta ugięcia z szerokością szczeliny i długością fali padającej na szczelinę oraz – w przypadku kolistego otworka – z jego średnicą i długością fali padającej na otworek |  |
| 8–9. Zdolność rozdzielcza przyrządów zawierających soczewki lub zwierciadła. Zdolność rozdzielcza siatki dyfrakcyjnej | * wyjaśnić własnymi słowami, co to jest zdolność rozdzielcza przyrządu, * uzasadnić dążenie naukowców do jej zwiększania | * podać definicję zdolności rozdzielczej przyrządu, * wymienić wielkości, od których zależy zdolność rozdzielcza przyrządu | * analizować obrazy dyfrakcyjne obiektów znajdujących się w różnych odległościach od siebie, * podać warunek rozróżnialnoś-ci obiektów jako oddzielnych | * analizować zdolność rozdzielczą siatki dyfrakcyjnej, * uzasadnić stwierdzenie, że im większy rząd widma uzyskanego za pomocą siatki dyfrakcyjnej, tym większa jest zdolność rozdzielcza siatki |
| 10–11. Polaryzacja światła | * obserwować zmiany natężenia światła po przejściu przez dwa polaryzatory ustawione równolegle i prostopadle, * wymienić praktyczne zastosowania zjawiska polaryzacji | * zademonstrować zjawisko polaryzacji przez podwójne załamanie i przez odbicie, * podać przykład naturalnego polaryzatora | * opisać światło jako falę elektromagnetyczną poprzeczną, * wyjaśnić zjawisko polaryzacji światła, * opisać jakościowo zjawisko polaryzacji przez odbicie, * zdefiniować kąt Brewstera, * wyprowadzić związek: | * zapisać i objaśnić prawo Malusa, * przeanalizować i opisać matematycznie skutek przejścia światła przez kilka polaryzatorów umieszczo-nych na wspólnej osi, * wyjaśnić zasadę działania kina 3D |
| 12–14. Zjawisko fotoelektryczne | * obserwować i objaśnić zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne, * posługiwać się pojęciem kwantu energii – fotonu, * wymienić praktyczne zastosowania fotokomórki | * wyjaśnić pojęcie pracy wyjścia elektronu z metalu, * sformułować warunek zajścia efektu fotoelektrycznego dla metalu o pracy wyjścia *W*, * uzasadnić pogląd, że światło ma naturę dualną, * zapisać i objaśnić zasadę zachowania energii w zjawisku fotoelektrycznym | * przeprowadzić rozumowanie dowodzące, że maksymalna energia kinetyczna fotoelektronów zależy od częstotliwości promieniowania wywołującego zjawisko fotoelektryczne i nie zależy od natężenia tego promieniowania, * przeprowadzić rozumowanie dowodzące, że liczba fotoelektronów zależy od natężenia promieniowania, * analizować wykresy dotyczące zależności wielkości fizycznych opisujących zjawisko fotoelektryczne, * omówić teorię Einsteina wyjaśniającą zjawisko fotoelektryczne | * sporządzić wykres zależności natężenia *I* prądu płynącego przez fotokomórkę od napięcia *U* między anodą i katodą, oświetlaną kolejno światłem o różnych natężeniach, * sporządzać wykresy zależności *I*(*U*) dla promieniowania o takim samym natężeniu, ale o różnych częstotliwościach, * sporządzać wykresy zależności maksymalnej energii kinetycznej od częstotliwości promienio-wania dla różnych metali, * wyznaczyć pracę wyjścia i stałą Plancka na podstawie wykresu zależności napięcia hamowania od częstotliwości i oszacować niepewności pomiarowe |
| 15–17. Promieniowa-nie ciał. Widma | * rozróżnić widmo ciągłe i widmo liniowe, * wyjaśnić różnice między widmem emisyjnym i absorpcyjnym, * opisać widmo promieniowa-nia ciał stałych i cieczy, * wyjaśnić, jak powstają linie Fraunhofera w widmie słonecznym | * opisać metodę analizy widmowej i podać przykłady jej zastosowania, * obserwować i opisać widma gazów jednoatomowych oraz par pierwiastków, otrzymane za pomocą siatki dyfrakcyjnej, * opisać jakościowo zależność natężenia promieniowania ciała od temperatury, * opisać jakościowo zależność długości fali emitowanej przez ciało od temperatury tego ciała | * sformułować i wyjaśnić hipotezę Maxa Plancka, * wyjaśnić pojęcie ciała doskonale czarnego, * posługiwać się wzorem Rydberga (zwanym też uogólnionym wzorem Balmera) | * zapisać i objaśnić prawo Stefana–Boltzmanna i prawo Wiena, * opisać szczegółowo widmo atomu wodoru i objaśnić wzór Rydberga (serie widmowe) |
| 18–20. Model Bohra budowy atomu wodoru | * wyjaśnić, co to znaczy, że promienie orbit i energia atomu wodoru są skwantowane, * opisać atom wodoru według teorii Bohra i wskazać, że energia atomu, w którym elektron znajduje się na wyższej orbicie, jest większa, * wyjaśnić skutki absorpcji i emisji kwantu energii przez atom wodoru, * wyjaśnić zjawisko jonizacji atomu | * sformułować i zapisać postulaty Bohra, * obliczyć całkowitą energię atomu wodoru, * wyjaśnić, co to znaczy, że energia jest skwantowana, * skorzystać z modelu Bohra i wyjaśnić, jak powstają serie widmowe, * opisać światło laserowe jako spójne i monochromatyczne | * wyjaśnić, dlaczego nie można wytłumaczyć powstawania liniowego widma atomu wodoru na gruncie fizyki klasycznej, * wyjaśnić, dlaczego model Bohra atomu wodoru był modelem rewolucyjnym i jest do dziś stosowany do intuicyjnego wyjaśniania niektórych wyników doświadczalnych, * interpretować linie widmowe jako skutek przejść między poziomami energetycznymi w atomach z emisją lub absorpcją kwantu światła, * rozróżnić stan podstawowy i stany wzbudzone atomu, * stosować zasady zachowania energii i pędu do opisu emisji i absorpcji fotonu przez swobodne atomy, * opisać odrzut atomu emitują-cego foton; porównać energię odrzutu atomu z energią emitowanego fotonu | * wyjaśnić, dlaczego bez dodatkowych założeń (bez postulatów Bohra) atom zbudowany zgodnie z modelem Bohra nie mógłby istnieć, * wyprowadzić wzór na serie widmowe na podstawie teorii Bohra budowy atomu wodoru, * opisać zasadę działania żagla słonecznego |
| 21–23. Promieniowa-nie rentgenowskie | * opisać właściwości promieni X, * wymienić przykłady zastosowania promieniowania rentgenowskiego | * opisać widmo promieniowania rentgenowskiego, * omówić zjawisko dyfrakcji promieni X na kryształach, * uzasadnić pogląd, że promieniowanie rentgenowskie ma naturę dualną | * wyjaśnić sposób powstawania promieniowania rentgenowskiego o widmie ciągłym i widmie liniowym, * wyprowadzić wzór na min, * posługiwać się wzorem Bragga, * interpretować zjawiska jonizacji, fotoelektryczne i fotochemiczne jako wywołane tylko przez promieniowanie o częstotliwości większej od granicznej | * omówić zjawisko Comptona i uzasadnić fakt, że jego wyjaśnienie wymaga przyjęcia założenia o korpuskularnej naturze promieniowania rentgenowskiego, * przygotować prezentację na temat zastosowań promieniowania rentgenowskiego |
| 24. Fale materii | * wypowiedzieć hipotezę de Broglie’a i objaśnić wzór na długość fali materii, * wyjaśnić, dlaczego nie obserwuje się fal materii dla obiektów makroskopowych | * obliczyć długość fali de Broglie’a dla elektronu o podanej energii kinetycznej, * wyrazić pogląd, że idea powszechności dualizmu korpuskularno-falowego w przyrodzie jest słuszna, i podać na to przykłady | * omówić wyniki doświadczenia Davissona i Germera (rozpraszanie elektronów na krysztale) jako eksperymentalny dowód na falowe właściwości cząstek | * przygotować prezentację na temat zastosowania falowych właściwości cząstek (badanie kryształów, mikroskop elektronowy) |
| Dział 19. Elementy szczególnej teorii względności | | | | |
| 1–2. Założenia szczególnej teorii względności. Względność czasu i jej konsekwencje | * opisać różnice między poglądami Galileusza i Einsteina na upływ czasu mierzonego w różnych układach inercjalnych, * przeanalizować doświadczenie myślowe uzasadniające względność jednoczesności oraz równoczesność zdarzeń w mechanice klasycznej i ich niejednoczesność w mecha-nice relatywistycznej | * wypowiedzieć i zinterpretować postulaty Einsteina, * wyjaśnić pojęcie czasoprzestrzeni | * uzasadnić względność jednoczesności jako konsekwencję faktu, że prędkość światła w próżni we wszystkich inercjalnych układach odniesienia ma taką samą, skończoną wartość *c* |  |
| 3. Zjawisko Dopplera dla fal elektromag-netycznych | * wyjaśnić, dlaczego opis zjawiska Dopplera dla fal elektromagnetycznych różni się od opisu tego zjawiska dla fal mechanicznych, * podać i objaśnić wzór przybliżony na częstotliwość odbieranej fali elektromagnetycznej, * wymienić przykłady praktycznego wykorzystania zjawiska Dopplera dla fal elektromagnetycznych | * interpretować wzór przybliżony w przypadkach zbliżania oraz oddalania się źródła i odbiornika fal elektromagnetycznych | * wyjaśnić, dlaczego do wyprowadzenia wzoru na odbieraną częstotliwość fali elektromagnetycznej należy stosować teorię względności, * podać i objaśnić wzory dotyczące zjawiska Dopplera, stosowane w obserwacjach astronomicznych | * podać dokładny wzór na częstotliwość odbieranej fali elektromagnetycznej i przekształcić go do wzoru przybliżonego, * objaśnić wpływ termicznego ruchu cząsteczek na szerokość linii widmowych |
| 4. Maksymalna szybkość przekazu informacji | * przytoczyć opis doświadczenia, którego wynik stanowi dowód na to, że szybkość przekazu energii i informacji nie może przekroczyć c, * wyjaśnić, dlaczego fakt, że szybkość nie może przekroczyć *c*, dowodzi ograniczonej stosowalności mechaniki Newtona, * wyjaśnić, dlaczego nie każde zjawisko wcześniejsze może być przyczyną zjawiska późniejszego | * opisać znaczenie skończonej wartości prędkości światła w badaniach kosmologicznych | * przytoczyć rozumowanie prowadzące do uzyskania warunku wystąpienia związku przyczynowego między zjawiskami, * wypowiedzieć zasadę przyczynowości i podać jej ograniczenie | * podać przykład opisu ruchu dwóch obiektów, w którym konieczne jest zastosowanie relatywistycznego prawa składania prędkości |
| 5–6. Pęd relatywistyczny |  | * podać i objaśnić definicję pędu relatywistycznego | * sporządzić i objaśnić wykres zależności pędu relatywistycznego od szybkości ciała, * opisać ruch naładowanej cząstki w polu magnetycznym | * wyprowadzić i objaśnić związek siły działającej na ciało z szybkością zmiany jego pędu, * wyjaśnić, dlaczego zwrot siły nie jest na ogół zgodny ze zwrotem przyspieszenia |
| 7–8. Masa i energia w fizyce relatywistycznej | * podać i objaśnić wzór relatywistyczny na energię kinetyczną, * podać, że w układzie, w którym ciało spoczywa, ma ono energię *E* = *mc*2, zwaną energią spoczynkową, * wyrazić pogląd, że masa ciała jest jego wielkością charakterystyczną, jednakową w każdym układzie odniesienia | * interpretować wykres zależności relatywistycznej energii kinetycznej od szybkości obiektu, * zapisać i skomentować wyrażenie na całkowitą energię ciała swobodnego, * wyrazić pogląd, że w zjawis-kach mikroskopowych całkowita energia jest zachowana | * wyprowadzić wzór na całkowitą relatywistyczną energię ciała, * wyjaśnić równoważność masy i energii spoczynkowej cząstki, czyli zinterpretować wzór *E*s = *mc*2, * wyjaśnić, dlaczego w zjawiskach zachodzących w świecie ciał makroskopowych nie bierzemy pod uwagę składnika *mc*2 | * przeprowadzić rozumowanie i obliczenia dowodzące, że dla małych szybkości relatywistyczny wzór na energię kinetyczną przechodzi we wzór klasyczny, * podać relację między energią kinetyczną i całkowitą cząstki a jej energią spoczynkową |
| 9. Związek między energią i pędem cząstki. Energia i masa układu cząstek |  | * zapisać i objaśnić związek między energią całkowitą a wartościami pędu i prędkości cząstki, * zapisać i objaśnić związek między energią całkowitą cząstki a wartością jej pędu i masą, * wyrazić i zinterpretować pogląd, że masa układu cząstek wzajemnie oddziałujących jest mniejsza od sumy mas tych cząstek | * wykazać, że masa pojedynczego fotonu jest równa zeru, * wykazać, że układ fotonów może mieć masę różną od zera, * opisać ruch relatywistycznej cząstki naładowanej, * wykazać, że pęd fotonu ma wartość | * wyprowadzić związek między energią całkowitą cząstki a wartościami jej pędu i prędkości, * wyprowadzić związek między energią całkowitą, a wartością pędu i masą cząstki |
| Dział 20. Fizyka jądrowa | | | | |
| 1. Odkrycie promie-niotwórczości. Promieniowanie jądrowe i jego właściwości | * opisać samorzutną emisję promieniowania przez niektóre pierwiastki, * wymienić rodzaje promieniowania jądrowego i podać ich główne właściwości | * opisać szczegółowo właściwości każdego rodzaju promieniowania jądrowego | * przygotować prezentację na temat historii odkrycia promieniotwórczości i roli Marii Skłodowskiej-Curie | * opisać niektóre metody badania właściwości promieniowania jądrowego |
| 2. Jądro atomowe i jego budowa | * podać i scharakteryzować składniki jądra atomowego | * zdefiniować liczbę masową i liczbę atomową (porządkową) pierwiastka, * opisać właściwości sił jądrowych | * opisać doświadczenie Rutherforda i wyjaśnić znaczenie jego wyników | * przygotować prezentację na temat kwarków i leptonów – najmniejszych składników materii |
| 3. Rozpady promieniotwórcze | * wyjaśnić, czym różnią się od siebie izotopy, i podać przykłady izotopów wybranego pierwiastka, * wyjaśnić, na czym polega rozpad promieniotwórczy | * podać równania reakcji rozpadów alfa, beta plus i beta minus, * podać ładunek i masę pozytonu, * wyjaśnić pojęcia cząstki i antycząstki | * przeanalizować, jak zmieniają się jądra pierwiastków po rozpadach promieniotwórczych, * wyjaśnić rolę neutrina lub antyneutrina w reakcjach rozpadów, * sformułować regułę Soddiego i Fajansa, * wyjaśnić pojęcia jądra stabilnego i jądra niestabilnego, * podać przykład rozpadu z emisją promieniowania gamma | * wyjaśnić pojęcie szeregu promieniotwórczego i omówić jeden z nich |
| 4–5. Prawo rozpadu promieniotwórcze-go. Metoda datowa-nia izotopowego | * zapisać i objaśnić prawo rozpadu promieniotwórczego, * zdefiniować pojęcie czasu połowicznego rozpadu, * przytoczyć kilka przykładowych czasów połowicznego rozpadu, * wyjaśnić zagrożenia wynikające z bardzo długiego czasu połowicznego rozpadu niektórych izotopów | * wyjaśnić pojęcie stałej rozpadu, * zdefiniować pojęcie aktywności źródła i podać jej jednostkę, * wyjaśnić, co to znaczy, że rozpad promieniotwórczy ma charakter statystyczny | * zinterpretować wykres *N*(*t*) zależności liczby jąder danego izotopu w próbce od czasu, * korzystać ze związku między stałą rozpadu i czasem połowicznego rozpadu, * objaśnić metodę datowania za pomocą izotopu 14C | * wyprowadzić prawo rozpadu promieniotwórczego, * obliczyć masę promieniotwórczego izotopu pierwiastka po określonym czasie, * przygotować prezentację na temat wpływu działalności człowieka na wzrost poziomu promieniowania w środowisku |
| 6–7. Energia wiązania | * wyjaśnić, dlaczego do rozdzielenia składników układu związanego konieczne jest dostarczenie energii, * wyjaśnić, dlaczego masa jądra jest mniejsza od sumy mas jego składników, * wyjaśnić pojęcie deficytu masy, * podać wzór na energię wiązania jądra atomowego | * wyprowadzić wzór na deficyt masy, * znaleźć związek pomiędzy energią wiązania i deficytem masy | * zdefiniować jednostkę masy atomowej i wykorzystywać ją do wykonywania obliczeń, * zinterpretować wykres zależności energii wiązania przypadającej na jeden nukleon w jądrze od liczby nukleonów w nim zawartych | * obliczyć energię wiązania jądra wybranego atomu, * porównać energie wiązania jąder z energią wiązania atomów i cząsteczek |
| 8–9. Reakcje jądrowe. Kreacja i anihilacja | * wyjaśnić, na czym polegają procesy, które nazywamy reakcjami jądrowymi, * wymienić zasady zachowania obowiązujące w reakcjach jądrowych, * opisać zjawisko kreacji par elektron–pozyton, * opisać zjawisko anihilacji | * poprawnie zapisywać równania reakcji jądrowych, uwzględniając konieczność zachowania całkowitego ładunku i całkowitej liczby nukleonów, * wyjaśnić zasadę zachowania ładunku w zjawisku kreacji, * zapisać zasadę zachowania energii w zjawisku kreacji, * zapisać równanie anihilacji pozytonu i elektronu | * wyjaśnić i opisać za pomocą równania kreację pary elektron–pozyton, * przedstawić zasadę zachowania pędu w zjawisku kreacji, * obliczyć minimalną energię fotonu konieczną do zajścia zjawiska kreacji, * opisać proces anihilacji pozytonu i elektronu | * podać warunki konieczne do zajścia reakcji jądrowej i zastosować je do obliczenia najmniejszej energii kinetycznej, jaką należy dostarczyć cząstce *α*, zderzającej się z jądrem złota, aby mogła nastąpić reakcja jądrowa, * obliczyć minimalną energię fotonu powstającego w zjawisku anihilacji |
| 10–11. Reakcje rozszczepienia | * wyjaśnić pojęcie reakcji egzoenergetycznej i wymienić reakcję rozszczepienia jako przykład takiej reakcji, * opisać energię jądrową jako nadwyżkę energii kinetycznej powstającej w procesie rozszczepienia, * wyjaśnić, na czym polega reakcja łańcuchowa, i podać warunki jej zachodzenia | * na podstawie doświadczenia myślowego opisanego w podręczniku wyjaśnić, skąd pochodzi energia wyzwalana w reakcjach rozszczepienia jąder atomowych | * zapisywać równania reakcji rozszczepienia jąder z uwzględnieniem zasady zachowania ładunku i liczby nukleonów, * wykazać, że suma mas składników reakcji rozszczepienia jest większa od sumy mas produktów reakcji, czyli udowodnić, że reakcja jest egzoenergetycz-na, więc może stanowić źródło energii | * stosować zasadę zachowania energii do opisu reakcji rozszczepienia, * obliczyć energię uwolnioną podczas rozszczepienia opisanego podanym równaniem reakcji, * uzasadnić stwierdzenie, że energia dostarczana przez wszystkie źródła energii używane przez ludzkość pochodzi z energii spoczynkowej ciał |
| 12. Energetyka jądrowa. Wykorzystanie energii jądrowej | * wyjaśnić różnicę między reaktorem jądrowym a bombą atomową, * wymienić główne zalety wykorzystania energetyki jądrowej i zagrożenia z nią związane | * uzasadnić pogląd o koniecz-ności pokojowego wykorzystywania energii jądrowej | * opisać budowę i zasadę działania reaktora jądrowego i elektrowni jądrowej, * opisać budowę i zasadę działania bomby atomowej | * przygotować się do dyskusji na temat: *Odpowiedzialność uczonych za konsekwencje ich badań i zastosowania odkryć naukowych*; brać czynny udział w dyskusji |
| 13. Reakcje termojądrowe. Ewolucja gwiazd | * opisać reakcje fuzji lekkich jąder i skutki takich reakcji, * podać, że źródłem energii Słońca są reakcje syntezy jąder wodoru w jądra helu, * podać szacunkową wartość różnicy energii wydzielonej podczas syntezy określonej masy jąder i energii uzyskanej ze spalania takiej samej masy węgla | * na podstawie wykresu zależności energii wiązania na jeden nukleon od liczby nukleonów w jądrze atomu udowodnić, że procesy syntezy lekkich jąder mogą być źródłem energii, * omówić schemat cyklu proton–proton, * omówić perspektywy pokojowego wykorzystania energii termojądrowej, * opisać reakcje termojądrowe zachodzące w gwiazdach | * opisać gwiazdy jako obiekty, w których nieustannie zachodzą reakcje syntezy lekkich jąder, ponieważ panują tam bardzo wysokie ciśnienie i temperatura rzędu milionów stopni, * omówić schemat cyklu CNO, * opisać budowę i zasadę działania bomby termojądrowej | * obliczyć energię wydzieloną w reakcji syntezy oraz energię uzyskaną w wyniku spalania węgla i porównać te dwie wartości, * wyjaśnić zjawisko wybuchu supernowej, * wyjaśnić, czym jest czarna dziura i w jaki sposób powstaje, * przygotować prezentację na temat możliwości obserwacyjnych teleskopu Webba |
| 14. Oddziaływanie promieniowania jonizującego z materią. Działanie promieniowania na organizmy | * opisać skutki działania promieniowania jonizującego na organizmy, * porównywać dawki promieniowania pochodzącego ze źródeł naturalnych, * wymienić sposoby ochrony przed promieniowaniem | * porównać odporność różnych gatunków organizmów na promieniowanie jonizujące, * wymienić przykłady wykorzystania promieniowania jonizującego w diagnostyce i terapii medycznej | * podać definicję dawki pochłoniętej i jej jednostkę, * podać sens fizyczny mocy dawki i dawki skutecznej oraz podać ich jednostki | * opisać schemat i zasadę działania licznika Geigera–Müllera, * zaprezentować wybrane sposoby praktycznego wykorzystania promieniowania jonizującego |