**Szczegółowe wymagania edukacyjne z fizyki w klasach czwartych technikum**

**4TA,4TC,4TF**

Efektami treści podstawowych wykazać się muszą uczniowie na ocenę dopuszczającą i dostateczną. Opanowanie treści oznaczonych literą D wystarcza na ocenę dopuszczającą.

Efektami treści rozszerzonych wykazać się muszą uczniowie na ocenę dobrą i bardzo dobrą. Opanowanie treści uzupełniających jest podstawą do oceny bardzo dobrej.

**1.Ruch harmoniczny i fale mechaniczne**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Lp** | **Temat lekcji** | **Efekty treści podstawowych Uczeń potrafi** | **Efekty treści rozszerzonych Uczeń potrafi** | **Efekty treści uzupełniających**  **Uczeń potrafi** |
| 1 | Sprężystość jako makroskopowy efekt mikroskopowych oddziaływań elektromagnetycznych | • wyjaśnić różnicę między odkształceniami sprężystymi i niesprężystymi D  • wymienić stany skupienia, w których nie występuje sprężystość postaci D | • na przykładzie rozciąganej sprężyny wyjaśnić prostą proporcjonalność x ~ Fs | • wyjaśnić przyczynę występowania sprężystości postaci ciał stałych |
| 2-5 | Ruch drgający harmoniczny  – matematyczny opis ruchu harmonicznego  – okres drgań w ruchu harmonicznym – energia w ruchu harmonicznym | • wymienić przykłady ruchu drgającego w przyrodzie, D  • wymienić i objaśnić pojęcia służące do opisu ruchu drgającego, D  • podać cechy ruchu harmonicznego, D  • zapisać i objaśnić związek siły, pod wpływem której odbywa się ruch harmoniczny, z wychyleniem ciała z położenia równowagi, D  • podać sens fizyczny współczynnika sprężystości dla sprężyny, • sporządzić i omówić wykresy: x(t), ux(t), ax(t),  • omówić zmiany energii potencjalnej sprężystości i energii kinetycznej ciała wykonującego ruch harmoniczny D | • podać warunki, w których ruch drgający jest ruchem harmonicznym,  • obliczyć współrzędne położenia, prędkości, przyspieszenia i siły w ruchu harmonicznym, rozkładając ruch punktu materialnego po okręgu na dwie składowe,  • wyjaśnić pojęcie fazy drgań,  • podać i objaśnić wzór na okres drgań harmonicznych,  • podać wzory na energię potencjalną sprężystości, energię kinetyczną i całkowitą ciała drgającego,  • sporządzić wykresy zależności:  E p(t), Ek(t), Ec(t), Ep(x) i Ek(x). | • uzasadnić, że ruch drgający harmoniczny jest ruchem niejednostajnie zmiennym,  • wyjaśnić pojęcie fazy początkowej, zapisać związki x(t), ux(t), ax(t) i Fx(t) z użyciem tego pojęcia,  • wyprowadzić wzór na okres drgań w ruchu harmonicznym, • wyprowadzić wzory na energię potencjalną sprężystości i energię kinetyczną ciała drgającego,  • udowodnić, że całkowita energia mechaniczna ciała wykonującego ruch harmoniczny jest stała,  • rozwiązywać zadania z wykorzystaniem matematycznego opisu ruchu drgającego. |
| 6-7 | Wahadło matematyczne | • zapisać i objaśnić wzór na okres drgań wahadła matematycznego,D | • podać definicję wahadła matematycznego,  • opisać sposób wykorzystania wahadła matematycznego do wyznaczania przyspieszenia ziemskiego. | • wyprowadzić wzór na okres wahadła matematycznego,  • wykazać, że dla małych kątów wychylenia ruch wahadła matematycznego jest ruchem harmonicznym. |
| 8 | Drgania wymuszone i rezonansowe | • wyjaśnić, na czym polega zjawisko rezonansu mechanicznego, D  • zademonstrować zjawisko rezonansu mechanicznego.D | • zapisać wzorem i objaśnić pojęcie częstotliwości drgań własnych,  • wyjaśnić powstawanie drgań wymuszonych. |  |
| 9 | Pojęcie fali.  Fale podłużne i poprzeczne. Wielkości charakteryzujące fale | • wyjaśnić, na czym polega rozchodzenie się fali mechanicznej, D  • wyjaśnić różnicę między falą poprzeczną i podłużną, D  • podać przykłady ośrodków, w których rozchodzą się fale poprzeczne oraz ośrodków, w których rozchodzą się fale podłużne, D  • wymienić i objaśnić wielkości charakteryzujące fale D | • uzasadnić fakt, że fala podłużna może się rozchodzić w każdym ośrodku, a fala poprzeczna tylko w ciałach stałych i na powierzchni cieczy,  • podać definicję fali harmonicznej, • stosować w obliczeniach związek między długością fali, częstotliwością, okresem i szybkością rozchodzenia się fali |  |
| 10-11 | Funkcja falowa fali płaskiej | • uzasadnić (posługując się funkcją falową) fakt, że wychylenie cząstki ośrodka biorącej udział w ruchu falowym zależy od jej położenia (x) i od czasu (t).D | • podać wzór na wychylenie cząstki biorącej udział w ruchu falowym (funkcję falową) i objaśnić go,  • wyjaśnić, co nazywamy fazą fali,  • wykazać, że energia transportowana przez falę jest wprost proporcjonalna do kwadratu amplitudy tej fali. | • zbadać zależność y(x) wychylenia cząstki od jej odległości od źródła w ustalonej chwili,  • zbadać zależność y(t) wychylenia od czasu dla wybranej cząstki biorącej udział w ruchu falowym,  • stosować funkcję falową do obliczania długości fali. |
| 12-13 | Interferencja fal o jednakowych amplitudach i częstotliwościach | • podać zasadę superpozycji fal D,  • wyjaśnić pojęcie przesunięcia fazowego,  • przedstawić na wykresach wynik interferencji fal przesuniętych w fazie o φ0 = 0°, 0° < φ0 < 1800, φ0=1800  • podać warunek, przy którym w wyniku interferencji dwóch fal powstaje fala stojąca, D  • opisać falę stojącą (strzałki, węzły).D | • analizować i wyjaśniać wynik interferencji fal o częstotliwościach ν1 i ν 2 = 2 ν 1 oraz ν 1 i ν 2 = 3 ν 1,  • wyjaśnić pojęcia częstotliwości podstawowej i wyższych harmonicznych,  • zinterpretować graficznie amplitudę fali w funkcji falowej opisującej falę stojącą,  • obliczyć odległość między sąsiednimi węzłami lub strzałkami fali stojącej,  • opisać fale stojące w strunach. | • dokonać matematycznie superpozycji dwóch fal przesuniętych w fazie o φ0  i zinterpretować otrzymaną funkcję falową,  • dokonać matematycznie superpozycji dwóch fal, w wyniku której powstaje fala stojąca i zinterpretować otrzymaną funkcję falową,  • rozwiązywać zadania dotyczące fal stojących. |
| 14 | Zasada Huygensa. Zjawisko dyfrakcji | • podać treść zasady Huygensa, D  • opisać zjawisko dyfrakcji.D | • podać warunek, przy którym następuje silne ugięcie fali oraz warunek, przy którym zjawisko ugięcia można pominąć. |  |
| 15 | Interferencja fal harmonicznych wysyłanych przez identyczne źródła | • zdefiniować źródła spójne (źródła fal spójnych) D  • podać warunki wzmocnienia fali i jej wygaszenia w przypadku interferencji fal wysyłanych przez identyczne źródła.D | • na podstawie funkcji falowej fali powstałej wskutek interferencji dwóch fal wysyłanych przez identyczne źródła uzasadnić fakt, że wynik interferencji w danym punkcie nie zmienia się z czasem. | • dokonać matematycznie interferencji fal harmonicznych wysyłanych przez identyczne źródła i wyprowadzić wzory opisujące warunek wzmocnienia fali i wygaszenia fali,  • rozwiązywać zadania z wykorzystaniem warunków wzmocnienia i wygaszenia fal. |
| 16 | Fale akustyczne | • podać cechy fal akustycznych, D  • podać przykłady szybkości rozchodzenia się fal akustycznych (powietrze, woda, żelazo) D | • opisać różnicę między tonami, dźwiękami i szumami. | • opisać zakres natężenia fali akustycznej rejestrowanej przez ludzki mózg. |
| 17 | Zjawisko Dopplera | • opisać zjawisko Dopplera w przypadku poruszającego się źródła i nieruchomego obserwatora.D | • opisać zjawisko Dopplera w dowolnym przypadku względnego ruchu źródła dźwięku i obserwatora,  • wyprowadzić wzór na częstotliwość odbieranego dźwięku w przypadku poruszającego się źródła i nieruchomego obserwatora. | • zinterpretować wzór ogólny (dla wszystkich przypadków) na częstotliwość odbieranego dźwięku w przypadku względnego ruchu źródła i obserwatora,  • rozwiązywać zadania dotyczące zjawiska Dopplera. |

**2. Pole grawitacyjne**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Lp** | **Temat lekcji** | **Efekty treści podstawowych Uczeń potrafi** | **Efekty treści rozszerzonych Uczeń potrafi** | **Efekty treści uzupełniających**  **Uczeń potrafi** |
| 1 | O odkryciach Kopernika Keplera | -przedstawić założenia teorii heliocentrycznej D  -sformułować i objaśnić treść praw Keplera D  -opisać ruchy planet Układu Słonecznego. D | -zastosować trzecie prawo Keplera do planet Układu Słonecznego i każdego układu satelitów krążących wokół tego samego ciała . | -przygotować prezentację na temat roli odkryć Kopernika i Keplera dla rozwoju fizyki i astronomii. |
| 2 | Prawo powszechnej grawitacji | -sformułować i objaśnić prawo powszechnej grawitacji,D  -podać przykłady zjawisk, do opisu których stosuje się prawo grawitacji,D  -na podstawie prawa grawitacji wykazać, że w pobliżu Ziemi na każde ciało o masie 1 kg działa siła grawitacji o wartości około 10 N. | -podać sens fizyczny stałej grawitacji,  -wyprowadzić wzór na wartość siły grawitacji na planecie o danym promieniu i gęstości. | -opisać oddziaływanie grawitacyjne wewnątrz Ziemi,  -omówić różnicę między ciężarem ciała a siłą grawitacji,  -przedstawić rozumowanie prowadzące od III prawa Keplera do prawa grawitacji Newtona,  -przygotować prezentację na temat roli Newtona w rozwoju nauki |
| 3 | Pierwsza prędkość kosmiczna | -zdefiniować pierwszą prędkość kosmiczną i podać jej wartość dla Ziemi. D | -uzasadnić, że satelita tylko wtedy może krążyć wokół Ziemi po orbicie w kształcie okręgu, gdy siła grawitacji stanowi siłę dośrodkową. | -wyprowadzić wzór na wartość pierwszej prędkości kosmicznej. |
| 4 | Oddziaływania grawitacyjne w Układzie Słonecznym | -wie, że dla wszystkich planet Układu Słonecznego siła grawitacji słonecznej jest siłą dośrodkową. D | -obliczać (szacować) wartości sił grawitacji, którymi oddziałują wzajemnie ciała niebieskie,  -porównywać okresy obiegu planet, znając ich średnie odległości od Słońca,  -porównywać wartości prędkości ruchu obiegowego planet Układu Słonecznego. | -wyjaśnić, w jaki sposób badania ruchu ciał niebieskich i odchyleń tego ruchu od wcześniej przewidywanego, mogą doprowadzić do odkrycia nieznanych ciał niebieskich. |
| 5 | Natężenie pola grawitacyjnego | -wyjaśnić pojęcie pola grawitacyjnego i linii pola, D  -przedstawić graficznie pole grawitacyjne, D  -poprawnie wypowiedzieć definicję natężenia pola grawitacyjnego, D  -odpowiedzieć na pytanie: Od czego zależy wartość natężenia centralnego pola grawitacyjnego w danym punkcie?,  -wyjaśnić, dlaczego pole grawitacyjne w pobliżu Ziemi uważamy za jednorodne. | -obliczać wartość natężenia pola grawitacyjnego,  -sporządzić wykres zależności γ(*r*) dla *r* ≥ *R*. | -wyprowadzić wzór na wartość natężenia pola grawitacyjnego wewnątrz jednorodnej kuli o danej gęstości  -sporządzić wykres zależności γ(*r*) dla *r* < *R*,  -rozwiązywać problemy, stosując ilościowy opis pola grawitacyjnego,  -przygotować wypowiedź na temat „natężenie pola grawitacyjnego a przyspieszenie grawitacyjne”. |
| 6 | Praca w polu grawitacyjnym | -wykazać, że jednorodne pole grawitacyjne jest polem zachowawczym. | -podać i objaśnić wyrażenie na pracę siły grawitacji w centralnym polu grawitacyjnym  -objaśnić wzór na pracę siły pola grawitacyjnego. | -przeprowadzić rozumowanie wykazujące, że dowolne (statyczne) pole grawitacyjne jest polem zachowawczym. |
| 7 | Energia potencjalna ciała w polu grawitacyjnym | -odpowiedzieć na pytania:  Od czego zależy grawitacyjna energia potencjalna ciała w polu centralnym? D  Jak zmienia się grawitacyjna energia potencjalna ciała podczas zwiększania jego odległości od Ziemi? D | -zapisać wzór na zmianę grawitacyjnej energii potencjalnej ciała przy zmianie jego położenia w centralnym polu grawitacyjnym,  - poprawnie wypowiedzieć definicję grawitacyjnej energii potencjalnej. | -wykazać, że zmiana energii potencjalnej grawitacyjnej jest równa pracy wykonanej przez siłę grawitacyjną wziętej ze znakiem „minus”,  -poprawnie sporządzić i zinterpretować wykres zależności *E*p(*r*),  -wyjaśnić, dlaczego w polach niezachowawczych nie operujemy pojęciem energii potencjalnej. |
| 8 | Druga prędkość kosmiczna | -objaśnić wzór na wartość drugiej prędkości kosmicznej,D  -obliczyć wartość drugiej prędkości kosmicznej dla Ziemi. | -wyprowadzić wzór na wartość drugiej prędkości kosmicznej,  - opisać ruch ciała w polu grawitacyjnym w zależności od wartości nadanej mu prędkości. | -przygotować prezentację na temat ruchu satelitów w polu grawitacyjnym w zależności od wartości nadanej im prędkości. |
| 9 | Stany przeciążenia. Stany nieważkości i niedociążenia | -podać przykłady występowania stanu przeciążenia,  niedociążenia i nieważkości. D | -zdefiniować stan przeciążenia, niedociążenia i nieważkości,  -opisać (w układzie inercjalnym i nieinercjalnym) zjawiska występujące w rakiecie startującej z Ziemi i poruszającej się z przyspieszeniem zwróconym pionowo w górę. | -wyjaśnić, dlaczego stan nieważkości może występować tylko w układach nieinercjalnych,  -wyjaśnić, na czym polega zasada równoważności,  -przygotować prezentację na temat wpływu stanów przeciążenia, niedociążenia i nieważkości na organizm człowieka. |

**3. Pole elektrostatyczne**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Lp** | **Temat lekcji** | **Efekty treści podstawowych Uczeń potrafi** | **Efekty treści rozszerzonych Uczeń potrafi** | **Efekty treści uzupełniających**  **Uczeń potrafi** |
| 1 | Wzajemne oddziaływanie ciał naelektryzowanych | Potrafi przedstawić założenia teorii mikroskopowej budowy przewodnika i izolatora D  Wie, że każdy ładunek jest wielokrotnością ładunku elementarnego D | Potrafi obliczyć wartość sił elektrostatycznych z prawa Coulomba  Potrafi opisać zasadę zachowania ładunku | Potrafi zademonstrować elektryzowanie przez dotyk i indukcję |
| 2 | Natężenie pola elektrostatycznego | Potrafi opisać wzór na natężenie pola elektrostatycznego D | Potrafi obliczyć natężenie pola z zasady superpozycji pól | Potrafi opisać i zademonstrować pola centralne i jednorodne |
| 3 | Naelektryzowany przewodnik | Potrafi opisać rozmieszczenie ładunku na przewodniku D | Wie co to jest gęstość ładunku |  |
| 4 | Przewodnik w polu elektrostatycznym | Potrafi wytłumaczyć elektryzowanie przez indukcję przewodnika D |  |  |
| 5 | Analogie miedzy wielkościami opisującymi pola grawitacyjne i elektrostatyczne | Potrafi opisać wielkości fizyczne dla pól centralnych D | Potrafi obliczać potencjał pola i pracę wykonaną przy przemieszczaniu ładunku | Potrafi porównać pola elektrostatyczne i grawitacyjne |
| 6 | Pojemność elektryczna ciała przewodzącego | Potrafi wytłumaczyć co wskazuje elektroskop D  Potrafi zdefiniować pojemność przewodnika D | Potrafi obliczać pojemność kuli |  |
| 7 | Kondensator | Potrafi opisać wzór na pojemność kondensatora płaskiego D  Potrafi opisać łączenie kondensatorów D | Potrafi obliczyć pojemność zastępczą dla różnych połączeń kondensatorów | Potrafi rozróżniać różne typy kondensatorów |
| 8 | Energia naładowanego kondensatora | Potrafi opisać wzór na energię potencjalną kondensatora D | Potrafi obliczać pracę potrzebną na zwiększenie odległości między okładkami | Potrafi wyjaśnić wpływ dielektryka na pojemność kondensatora |
| 9 | Ruch naładowanej cząstki w polu elektrycznym | Potrafi opisać zachowanie cząstki naładowanej w polu jednorodnym | Potrafi obliczać przyspieszenie i czas przelotu elektronu przez kondensator | Potrafi posługiwać się lampą oscyloskopową |

**3. Prąd stały**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Lp** | **Temat lekcji** | **Efekty treści podstawowych Uczeń potrafi** | **Efekty treści rozszerzonych Uczeń potrafi** | **Efekty treści uzupełniających**  **Uczeń potrafi** |
| 1 | Prąd elektryczny jako przepływ ładunku. Natężenie prądu | Potrafi zdefiniować natężenie prądu i pierwsze prawo Kirchhoffa D | Potrafi stosować pierwsze prawo KIrchhoffa w prostych zadaniach |  |
| 2 | Badanie zależności natężenia prądu od napięcia dla odcinka obwodu | Potrafi stosować prawo Ohma w zadaniach D | Potrafi interpretować charakterystyki prądowo - napięciowe | Potrafi zaplanować doświadczenie z prawa Ohma |
| 3 | Łączenie szeregowe i równoległe odbiorników | Potrafi przedstawić cechy poszczególnych łączeń D | Potrafi obliczać parametry różnych łączeń odbiorników | Potrafi dokonać zmiany zakresu amperomierza lub woltomierza |
| 4 | Zależność oporu przewodnika od jego długości i przekroju poprzecznego | Potrafi obliczać opór przewodu znając jego rozmiary D | Potrafi wyznaczyć opór właściwy materiału |  |
| 5 | Praca i moc prądu elektrycznego | Potrafi obliczać pracę i moc prądu D |  | korzystać z powyższych wzorów podczas rozwiązywania problemów ilościowych |
| 6 | Prosty obwód zamknięty prądu stałego | Potrafi zdefiniować siłę elektromotoryczną źródła D  Potrafi zapisać prawo Ohma dla całego obwodu D | Potrafi stosować prawo Ohma dla całego obwodu w zadaniach |  |
| 7 | Co wskazuje woltomierz dołączony do biegunów źródła siły elektromotorycznej? | Potrafi dokonać obserwacji zależności napięcia źródła od oporu zewnętrznego lub napięcia źródła od natężenia prądu | Potrafi wykonać wykresy i je zinterpretować | Potrafi zmierzyć opór wewnętrzny źródła |
| 8 | Wzrosty i spadki potencjału w obwodzie zamkniętym. Drugie prawo Kirchhoffa | Potrafi zapisać drugie prawo Kirchhoffa D | Potrafi stosować drugie prawo Kirchhoffa w prostych zadaniach |  |
| 9 | Przykłady stosowania drugiego prawa Kirchhoffa | Potrafi zapisać drugie prawo Kirchhoffa D | Potrafi stosować drugie prawo Kirchhoffa w prostych zadaniach |  |

**4. Pole magnetyczne. Elektromagnetyzm**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Lp** | **Temat lekcji** | **Efekty treści podstawowych Uczeń potrafi** | **Efekty treści rozszerzonych Uczeń potrafi** | **Efekty treści uzupełniających**  **Uczeń potrafi** |
| 1 | Magnesy trwałe. Pole magnetyczne magnesu | Potrafi opisać pole magnetyczne liniami pola D |  |  |
| 2 | Przewodnik z prądem w polu magnetycznym | Potrafi opisać siłę elektrodynamiczną D  Potrafi zdefiniować wektor indukcji magnetycznej D | Potrafi obliczać siłę elektrodynamiczną  Potrafi opisać zasadę działania silnika elektrycznego | Zna pojęcia iloczynu wektorowego i pseudowektora |
| 3 | Naładowana cząstka w polu magnetycznym. Siła Lorentza. Cyklotron | Potrafi opisać siłę Lorentza D | Potrafi obliczać promień okręgu toru ruchu cząstki  Zna zasadę działania cyklotronu | Potrafi opisać ruch cząstki , która wpada pod pewnym kątem do linii pola |
| 4 | Pole magnetyczne przewodników z prądem | Potrafi opisać pole magnetyczne liniami pola D  Stosuje regułę prawej dłoni D | Potrafi obliczyć indukcję wokół przewodu i wewnątrz zwojnicy | Potrafi opisać wzajemne oddziaływanie przewodników z prądem |
| 5 | Właściwości magnetyczne substancji | Potrafi dzielić materiały na diamagnetyki, paramagnetyki i ferromagnetyki D | Zna pojęcie względnej przenikalności magnetycznej |  |
| 6 | Zjawisko indukcji elektromagnetycznej | Potrafi opisać metody wytwarzania prądu indukcyjnego  D | Potrafi obliczać strumień wektora indukcji magnetycznej  Stosuje pojęcie strumienia do opisu zjawiska indukcji |  |
| 7 | Siła elektromotoryczna indukcji | Potrafi opisać prawo indukcji Faradaya D | Potrafi stosować prawo indukcji Faradaya w prostych zadaniach | korzystać z prawa indukcji podczas rozwiązywania problemów ilościowych |
| 8 | Reguła Lenza | Potrafi opisać regułę Lenza D | Potrafi stosować regułę Lenza |  |
| 9 | Zjawisko samoindukcji | Potrafi opisać zjawisko samoindukcji D  Zna wzór na SEM samoindukcji  D | Potrafi stosować wzór na SEM samoindukcji w zadaniach |  |
| 10 | Prąd zmienny | Potrafi opisać właściwości prądu przemiennego D  Potrafi opisać działanie prądnicy D | Potrafi obliczyć natężenie skuteczne prądu zmiennego | Potrafi obliczyć opór bierny zwojnicy i kondensatora |
| 11 | Transformator | Potrafi opisać działanie transformatora D | Potrafi stosować wzór na przekładnię transformatora w zadaniach | Potrafi opisać przesyłanie prądu pod wysokim napięciem |