

Pytania na egzamin dyplomowy
na kierunku „mechanika i budowa maszyn”
studia stacjonarne i niestacjonarne II stopnia

Pytania wspólne dla całego kierunku

CAD/CAM

1. Metody programowania obrabiarek CNC.
2. Na czym polega programowanie obrabiarek z wykorzystaniem systemów CAD/CAM.
3. Wymenić i krótko scharakteryzować programy CAD.
4. Wymenić i krótko scharakteryzować programy CAD/CAM.
5. Koncepcja i architektura systemów integracji komputerowej przedsiębiorstw technologicznych CIM.

MES

1. Pojęcie macierzy sztywności, wyprowadź macierz sztywności dla elementu prętowego.
2. Funkcje kształtu elementu na przykładzie elementów prętowych.
3. Procedura agregacji globalnej macierzy sztywności na przykładzie prostej konstrukcji prętowej.
4. Zalecenia co do wyboru elementów skończonych: parametry geometryczne (kąty, wydłużenia względne), typ elementu (liniowy, kwadratowy).
5. Omówić zalecenia praktyczne co do wyboru modelu MES: kiedy używamy elementy prętowe, belkowe, powłokowe, płaskie i przestrzenne.

Mechanika analityczna

1. Podaj interpretacją liczby stopni swobody układów mechanicznych oraz współrzędnych uogólnionych. Podaj przykłady.
2. Napisz postać równania ruchu wahadła matematycznego jako równania Lagrange’a II rodzaju.
3. Napisz postać równania wahadła fizycznego jako równania Lagrange’a II rodzaju.
4. Co to jest pęd uogólniony. Podaj przykłady i obliczanie pędu uogólnionego dla ruchu postępowego, prostoliniowego bryły oraz ruchu obrotowego wokół ustalonej osi.
5. Co to jest siła uogólniona? Objasnij zagadnienie ruchu mechanizmu planetarnego w ujęciu Lagrange’a II rodzaju.

Kształtowanie struktury i własności materiałów inżynierskich

1. Charakterystyka przemian fazowych zachodzących w układzie równowagi Fe-Fe₃C.
2. Rekrytalizacja i jej rola w technologii kształtowania metali przez obróbkę plastyczną.
3. Scharakteryzować zmiany właściwości materiałów w wyniku umocnienia.
4. Scharakteryzować proces utwardzania wydzieleniowego.
5. Scharakteryzować stale nierdzewne austenityczne, ferrytyczne i martenzytyczne.

Pytania dla specjalności Komputerowe Wspomaganie Wytwarzania

Komputerowe pomiary wielkości geometrycznych

1. Omówić pojęcia niepewności i spójności pomiarowej.
2. Pomiary zarysów kształtu metodą zmian promienia.
3. Istota współrzędnościowej techniki pomiarowej.
4. Różnica między pomiarami współrzędnościowymi i klasycznymi.
5. Nowoczesne metody pomiaru struktury geometrycznej powierzchni

Programowanie obrabiarek

1. Jak się definiuje materiał wyjściowy w programach frezarskich?
2. Jak się definiuje narzędzie w programach frezarskich?
3. Co to jest kompensacja promienia naroża ostrza noża tokarskiego i kiedy się ją stosuje?
4. Na czym polega programowanie przemieszczeń podczas toczenia i frezowania?
5. W jakim celu stosuje się cykle obróbkowe, wymienić znane cykle stosowane podczas frezowania?

Obróbka skrawaniem

1. Zjawiska fizyczne zachodzące w strefie skrawania.
2. Co to jest minimalna grubość warstwy skrawanej.
3. Drgania w procesie skrawania i ich wpływ na jakość powierzchni po obróbce.
4. Podział procesów obróbki ubytkowej.
5. Nowoczesne materiały narzędziowe na ostrza skrawające.
6. Technologiczne parametry skrawania.
7. Co to jest zużycie ostrza, trwałość ostrza, stępienie ostrza?
8. Sposoby i zastosowanie obróbki wiórowej w produkcji części maszyn i urządzeń.
9. Sposoby i zastosowanie obróbki ściernej w produkcji części maszyn i urządzeń.
10. Siły w procesie skrawania, moc skrawania, pomiar siły skrawania.

Obróbka plastyczna

1. Zalety i wady obróbki plastycznej i rodzaje wyrobów wykonywanych tą technologią.
2. Sposoby wykonywania rur.
3. Sposoby wykonywania wytłoczek.
4. Sposoby cięcia materiałów.
5. Sposoby wyciskania profili oraz detali kołowo-symetrycznych.
6. Sposoby walcowania i typowe rodzaje wyrobów walcowanych.
7. Metody wykonywania odkuwek matrycowych i typowe ich kształty.
8. Klasyfikacja tłoczników i podstawowe grupy elementów w nich stosowanych.
9. Rodzaje podajników taśm i zasada ich działania.
10. Rodzaje podajników półwyrobów i zasada ich działania.

Obróbka erozyjna

1. Omówić proces przecinania strugą wodno ścierną, podać przykłady zastosowań tej technologii.
2. Scharakteryzować proces obróbki wibrościernej i elektroerozyjnej, podać przykłady zastosowań tych technologii.
3. Scharakteryzować proces dogniatania, omówić przykłady zastosowań tej technologii.

4. Scharakteryzować proces dogładzania oscylacyjnego oraz strukturę geometryczną powierzchni po tej obróbce omówić przykłady zastosowań tej technologii.
5. Scharakteryzować proces honowania, omówić przykłady zastosowań tej technologii.

Szybkie prototypowanie w budowie maszyn

1. Etapy (fazy) cyklu życia produktu. Co to jest PDM?
2. Wymień rodzaje modeli w systemach CAD.
3. Co to są zabiegi przed – procesowe? Wymień min. 4 operacje które można wykonać w zabiegach przed – procesowych.
4. Podać klasyfikację technologii Rapid Prototyping (RP) ze względu na rodzaj materiału i stosowany proces.
5. Wymień materiały i metody (zasady) wiązania (spajania) materiałów wykorzystywane w technologiach RP. Podaj przynajmniej jedną technologię wykorzystującą daną metodę.

Pytania dla specjalności Inżynieria Materiałów Metalowych i Spawalnictwo

1. Scharakteryzować fazy występujące w układzie równowagi Fe-Fe₃C.
2. Wpływ pierwiastków stopowych na izotermiczny rozpad austenitu.
3. Zjawisko zgniotu.
4. Utwardzanie wydzieleniowe na przykładzie stopu Al₄Cu.
5. Charakterystyka mechanizmów umocnienia.
6. Struktura i własności mosiądzów.
7. Zjawisko segregacji dendrytycznej na przykładzie brązu cynowego.
8. Rola manganu w spawalnych stalach konstrukcyjnych.
9. Stale nierdzewne ferrytyczne i martenzytyczne, rola chromu, przykłady stali.
10. Stale szybko tnące.
11. Charakterystyka stali narzędziowych.
12. Z jakich operacji technologicznych składa się proces wytwarzania spieków?
13. Metody otrzymywania proszków metali.
14. Wymień sposoby prasowania proszków.
15. Jakie procesy zachodzą w trakcie spiekania?
16. Co to są węgliki spiekane?
17. Podaj przykłady spiekanych kompozytów.
18. Zasady przygotowywania brzegów do spawania w metodach: MMA, MIG/MAG oraz TIG.
19. Istota spawania metodą MMA. Charakterystyczne parametry technologiczne. Zalety i wady.
20. Technologia spawania łukiem krytym pod topnikiem.
21. Charakterystyka spawania metodą TIG.
22. Spawanie metodą MIG/MAG.
23. Omówić procedury uznawania zgodności technologii spawania z serią norm PN-EN.
24. Zasady opracowywania WPS-ów wg PN-EN.
25. Klasyfikacja konstrukcji stalowych.
26. Klasyfikacja naprężeń i odkształceń spawalniczych.
27. Zgrzewanie elektryczne oporowe.
28. Badania nieniszczące złączy spawanych.
29. Klasyfikacja niezgodności spawalniczych i sposoby ich wykrywania.
30. Podaj definicję żeliwa oraz dokonaj podziału żeliw.
31. Wpływ zawartości i postaci grafitu w żeliwie na jego własności.
32. Scharakteryzować żeliwo sferoidalne.
33. Scharakteryzować żeliwo ciągliwe. Metody wytwarzania.
34. Omówić staliwa węglowe konstrukcyjne.

35. Scharakteryzować odlewnicze stopy magnezu.
36. Stopy odlewnicze aluminium z krzemem.
37. Omówić modyfikację siluminów.
38. Przedstawić możliwe zmiany mikrostruktury i własności mechanicznych w strefie przyspoinowej połączenia spawanego blach ze stali austenitycznej.
39. Przedstawić możliwe zmiany mikrostruktury i własności mechanicznych w strefie przyspoinowej połączenia spawanego blach ze stali ferrytycznej.
40. Przedstawić możliwe zmiany mikrostruktury i własności mechanicznych w strefie przyspoinowej połączenia spawanego blach ze stali ferrytyczno-perlitycznej.

Pytania dla specjalności Systemy CAD/CAE

1. Wyjaśnij różnice pomiędzy używanymi w programach CAD solverami synchronicznymi (SolidEdge ST) a sekwencyjnymi (SOLIDWORKS).
2. Omówić sposoby modelowania i animacji w złożeniach dla elementów typu koła zębate, pasy uzębione, pasy klinowe mechanizmy krzywkowe na przykładzie programu CAD SOLIDWORKS.
3. Omówić sposoby wykrywania kolizji elementów ruchomych w złożeniach oraz sposoby dynamicznego kontaktu elementów ruchomych w złożeniach.
4. Wymienić etapy tworzenia ruchomych złożeń w oprogramowaniu SOLIDWORKS oraz eksport do pakietu Matlab/Simulink toolbox SimMechanics
5. Struktura osi liczbowej we współczesnych komputerach. Dokładność przedstawienia liczb zmiennoprzecinkowych w komputerze. Wartość eps.
6. Źródła błędów przy obliczeniach numerycznych i metody ich unikania.
7. Omówić aproksymacje na przykładzie wielomianu Lagrangea. Na czym polega zjawisko Rungego?
8. Na czym polega różnica pomiędzy interpolacją a aproksymacją? Aproksymacja ważona: definicja, kiedy jest używana?
9. Omówić metody całkowania numerycznego na konkretnym przykładzie. Jakie metody używane są w MES?
10. Omówić metody rozwiązywania układów równań liniowych. Jakie metody używane są w MES?
11. Omówić metody rozwiązywania równań nieliniowych. Graficznie pokazać algorytm obliczania kolejnych wartości pierwiastka dla jednej wybranej metody.
12. Metody numerycznego rozwiązywania równań różniczkowych: jawne, niejawne, jednokrokowe, wielokrokowe. Jakie metody używane są do rozwiązywania zagadnień dynamicznych w MES?
13. Równanie drgań układu z jednym stopniem swobody - metody D’Alamberta i Eulera.
14. Masa zastępcza i metody jej wyznaczania.
15. Modelowanie fizyczne i programy oparte o język Modelica. Na czym polega różnica w użytkowaniu tych programów w porównaniu do tradycyjnych narzędzi typu Simulink.
16. Wpływ tłumienia na drgania układu z jednym stopniem swobody. Tłumienie krytyczne.
17. Podaj definicje pojęć tłumienie teoretyczne i tłumienie praktyczne.
18. Źródła tłumienia w realnych konstrukcjach. Praktyczne metody oszacowania poziomu tłumienia.
19. Ocena pierwszej częstotliwości drgań własnych na podstawie statycznego ugięcia konstrukcji.
20. Pokaż graficznie jak na podstawie znanej reakcji układu na jeden z podstawowych typów obciążenia (pojedynczy impuls, obciążenie stałe i obciążenie wzrastające liniowo) można wyznaczyć reakcję tego układu na dowolne obciążenie.
21. Przybliżone metody wyznaczania częstotliwości drgań dla układów z wielu stopniami swobody. Wzory Rayleigh’a i Dunkerley’a.

22. Definicje podstawowych pojęć teorii optymalizacji w odniesieniu do optymalizacji konstrukcji: funkcja celu, parametry projektowe, parametry stanu. Podaj przykłady.
23. Pojęcia rozwiązania dopuszczalnego i rozwiązania optymalnego, zagadnień dopuszczalnego i sprzecznego. Podaj przykłady.
24. Na przykładzie zagadnienia o rozciąganiu pręta pokazać na czym polega optymalny dobór najlżejszego materiału na podstawie jego indeksu.
25. Definicja i przykłady optymalizacji liniowej i nieliniowej. Pojęcie zbioru Pareto.

Pytania dla specjalności Samochody i Ciągniki

Badania pojazdów samochodowych

1. Scharakteryzować budowę i zasadę działania przetworników elektrycznych biernych.
2. Scharakteryzować budowę i zasadę działania przetworników elektrycznych czynnych.
3. Wyjaśnić pojęcie rozdzielczości przetwornika oraz próbkowania sygnału.
4. Budowa i przeznaczenie symulatorów drogi i jazdy.
5. Scharakteryzować badania drogowe i stanowiskowe hamulców.
6. Badania zużycia paliwa w pojazdach samochodowych.

Dynamika samochodu II

1. Omówić własności elementów podatnych stosowanych w zawieszeniach samochodów.
2. Wymuszenia drgań działające na samochód.
3. Omówić kryteria optymalizacji zawiesznień samochodowych.

Bezpieczeństwo pojazdów samochodowych

1. Scharakteryzować rodzaje bezpieczeństwa samochodów.
2. Omówić cechy psychologiczne kierowcy ważne z punktu widzenia bezpieczeństwa ruchu drogowego.
3. Omówić pojęcie bezpieczeństwa czynnego oraz własności samochodu i systemy mające wpływ na ten rodzaj bezpieczeństwa.
4. Omówić pojęcie bezpieczeństwa biernego oraz rozwiązania techniczne w zakresie bezpieczeństwa biernego.
5. Budowa, działanie i własności systemu ABS.
6. Budowa, działanie i własności systemu ESP.

Diagnostyka pojazdów samochodowych

1. Sposoby oceny stanu technicznego maszyny. Dziedziny analizy sygnałów.
2. Diagnostyka układu kierowniczego i jezdnego.
3. Metody diagnostyki amortyzatorów.
4. Diagnostyka bezpieczeństwa – badania kontrolne rejestracyjne pojazdów przed dopuszczeniem ich do ruchu drogowego.
5. Pokładowe systemy diagnostyki samochodów.

Podstawy rekonstrukcji wypadków drogowych

1. Jakie elementy składowe powinien zawierać opis miejsca wypadku?
2. Scharakteryzować pomiar śladów w procesie rekonstrukcji wypadku w układzie kartezjańskim oraz triangulacyjnym na przykładzie śladów prostoliniowych.
3. Na czym polega czasoprzestrzenna analiza wypadku?
4. Omówić sposób rekonstrukcji wypadku z udziałem pieszego metodą Slibara.
5. Na czym polega fotogrametria i jak może być wykorzystywana w rekonstrukcji wypadków?

Nadwozia samochodów specjalnych i specjalizowanych

1. Scharakteryzować materiały wykorzystywane w konstrukcjach pojazdów samochodowych.
2. Wymagania stawiane samochodom oraz nadwoziom samowładowczym.
3. Omówić zagadnienie wersyjności i unifikacji na podstawie pojazdów dostawczych.
4. Omówić możliwości poprawy aerodynamiki pojazdów ciężarowych.
5. Omówić nadwozia wciągarkowe i hakowe.

Badania silników spalinowych

1. Budowa i instalacje hamowni silnikowej oraz rodzaje i charakterystyki hamulców na niej stosowanych.
2. Sposoby pomiarów wydatków cieczy i gazów na hamowni silnikowej.
3. Cel i sposób sporządzania charakterystyk prędkościowych i obciążeniowych silników spalinowych.
4. Sposoby sporządzania, rodzaje i analiza rzeczywistych wykresów indykatorowych.
5. Metody pomiaru zadymienia i cząstek stałych emitowanych z silników spalinowych.

Sterowanie i regulacja silników spalinowych

1. Przejściowe warunki pracy samochodowych silników spalinowych i ich klasyfikacja.
2. Równanie różniczkowe silnika – jako obiektu regulacji według prędkości obrotowej wału korbowego.
3. Budowa i zasada działania zasobnikowego układu wtryskowego Common Rail.
4. Rodzaje i właściwości badań diagnostycznych silnika.
5. Cel i zakres diagnostyki pokładowej OBD pojazdu samochodowego.

Układy zasilania silników spalinowych

1. Rodzaje układów zasilania silników ZI i ich charakterystyka.
2. Rodzaje układów zasilania silników ZS i ich charakterystyka.
3. Układy zasilania paliwami gazowymi silników ZI i ZS.
4. Budowa, działanie i zalety układów zasilania silników ZI z bezpośrednim wtryskiem paliwa.
5. Rodzaje, budowa i działanie wtryskiwaczy silników ZS.

Pytania dla specjalności Eksploatacja Maszyn i Urządzeń Przemysłowych

1. Dyrektywy UE dotyczące maszyn i urządzeń.
2. Główne postanowienia dyrektywy maszynowej.
3. Europejska konwencja bezpieczeństwa eksploatacji maszyn.
4. Podstawowe pojęcia maszyny.
5. Właściwości maszyn i urządzeń ze względu na ich użytkowanie.
6. Definicja eksploatacji obiektów technicznych.
7. Główne cele i zadania eksploatacji obiektów technicznych.
8. Główne cechy obiektów eksploatacji.
9. Cechy obiektów eksploatacji podlegające ocenie.
10. Szczegółowe cele eksploatacji obiektów technicznych.
11. Cel obsługi maszyn i urządzeń.
12. Cel gospodarki remontowej.
13. Rodzaje obsługi maszyn i urządzeń.
14. Zarządzanie systemem eksploatacji.
15. Struktura służb utrzymania ruchu maszyn.
16. Wymagania stawione operatorowi maszyn.
17. Niezawodność i skutki zawodności maszyn.
18. Podstawowe podejścia do maszyn nowych i użytkowanych.
19. Zasadniczych wymagania bezpieczeństwa maszyn i urządzeń.
20. Minimalne wymagania bezpieczeństwa maszyn i urządzeń.
21. Dokumentacja techniczno-ruchowa maszyn.
22. Czynności związane z bezpieczną eksploatacją maszyn.
23. Zagrożenia występujące podczas obsługi maszyn.
24. Zasady bezpiecznego utrzymania ruchu maszyn.
25. Materiały eksploatacyjne.

Pytania dla specjalności Komputerowo Wspomagane Technologie Laserowe i Plazmowe

1. Wyjaśnić pojęcia sprawności świetlnej energetycznej i wizualnej.
2. Podać rodzaje polaryzacji. Co to są płytki optycznie anizotropowe? Jakie efekty daje przejście fali spolaryzowanej przez taką płytkę?
3. Podać najważniejsze różnice między promieniowaniem laserowym a emitowanym przez inne źródła promieniowania.
4. Wyjaśnić pojęcia koherencji czasowej i przestrzennej.
5. Podać właściwości układu trójpoziomowego i czteropoziomowego.
6. Jakie rodzaje ośrodków laserowo czynnych stosowane są w laserach gazowych i w laserach na ciele stałym?
7. Podać źródła promieniowania laserowego używane w obróbce materiałów, długości fal emitowanego przez nie promieniowania oraz zakres długości fal promieniowania widzialnego.
8. Czy tradycyjne materiały optyczne są przezroczyste dla promieniowania lasera CO₂ i dla lasera Nd:YAG? Promieniowanie jakich laserów daje się prowadzić światłowodami?
9. Porównać właściwości i zakresy zastosowania laserów CO₂ i Nd:YAG używanych w obróbce materiałów.
10. Na czym polega działanie Q-switch'a? Jak brzmi polska nazwa tego układu w laserze?
11. Jakie parametry określają jakość wiązki promieniowania laserowego i jakie wartości przyjmują dla poszczególnych modów?
12. Jakim symbolem określa się mody wiązki promieniowania laserowego? Co oznaczają liczby modowe?

13. Podać rozkłady intensywności promieniowania na przekroju wiązki dla najczęściej spotykanych modów. Jaki rozkład intensywności wykazuje wiązka lasera CO₂ pracującego w CLTM?
14. Jak definiuje się średnicę wiązki promieniowania laserowego?
15. Od jakich parametrów i w jaki sposób zależy średnica zogniskowanej wiązki promieniowania laserowego?
16. Wyjaśnić jakie wymagania odnośnie jakości wiązki stawiają określone technologie laserowej obróbki materiałów?
17. Od jakich czynników zależy współczynnik absorpcji promieniowania laserowego przez powierzchnię materiału?
18. Jakie rodzaje układów optycznych stosuje się w obróbce laserowej? Jakie materiały stosuje się do budowy poszczególnych elementów optycznych?
19. Podać metody cięcia laserowego i zakres ich stosowania.
20. Jakie parametry wpływają na przebieg i wyniki procesu cięcia laserowego?
21. Porównać przebieg i rezultaty laserowego cięcia z użyciem tlenu i azotu.
22. Jakie czynniki wpływają na dobór prędkości cięcia laserowego?
23. Jakie czynniki wpływają na dobór długości ogniskowej soczewki przy cięciu laserowym?
24. Na czym polega proces drażenia laserowego? Jakie lasery stosowane są w tym procesie.
25. Podać metody spawania laserowego i wyjaśnić czym się między sobą różnią.
26. Wyjaśnić zjawisko kanałowe występujące podczas oddziaływania wiązki laserowej z metalami.
27. Wyjaśnić korzyści ze stosowania przy spawaniu wiązki lasera Nd:YAG zamiast lasera CO₂.
28. Omówić rodzaje laserowej obróbki powierzchniowej.
29. Podać różnice pomiędzy hartowaniem laserowym a konwencjonalnym.
30. Na czym polegają procesy czyszczenia laserowego?
31. Omówić metody znakowania laserowego i urządzenia używane do tego celu.
32. Omówić zjawiska fizyczne wykorzystywane w procesach laserowego znakowania.
33. Na czym polegają procesy bezpośredniego laserowego wytwarzania? Jakie jeszcze nazwy stosuje się dla tych technologii?
34. Po przejściu wiązki laserowej po powierzchni blachy ulega ona wygięciu; wymienić jakiś mechanizm tego zjawiska.
35. Co to są dystorsje towarzyszące laserowej obróbce metali (np. spawaniu) i jak można je ograniczać?
36. Podać różnice w polach temperatur powstałych wskutek ciągłej i impulsowej pracy lasera.
37. Omówić rolę źródeł punktowych chwilowych w liniowym przewodnictwie cieplnym w ośrodku jednorodnym i izotropowym.
38. Przy pomocy jakich teoretycznych modeli źródeł ciepła można analizować procesy hartowania laserowego?
39. Przedstawić zagrożenia związane ze stosowaniem laserowej obróbki materiałów.
40. Wyjaśnić różnice pomiędzy zagrożeniami stwarzanymi przez promieniowanie emitowane przez lasery CO₂ i lasery neodymowe.

Pytania dla specjalności Uzbrojenie i Techniki Informatyczne

Systemy mechatroniczne w uzbrojeniu

1. Podaj prawo Wiena i wyjaśnij jego zastosowanie w praktyce.
2. Wymień podstawowe własności wiązki światła laserowego.
3. Podaj definicję i interpretację wektora Poyntinga.
4. Podaj i wyjaśnij wzór soczewkowy.

Silniki raketowe

1. Dokonać klasyfikacji silników raketowych na paliwo stałe ze względu na ich przeznaczenie.
2. Scharakteryzować sposoby kształtowania charakterystyk siły ciągu silników raketowych.

Niekonwencjonalne techniki wytwarzania

1. Dokonać podziału sposobów obróbki elektroerozyjne i scharakteryzować obszary jej zastosowań.
2. Scharakteryzować obróbkę ścierniwem luźnym, omówić przykładowe zakresy zastosowań w technologii amunicji.

Budowa i sterowanie bezzałogowymi aparatami latającymi

1. Opisać cechy charakterystyczne bezzałogowych aparatów latających.
2. Wymienić i krótko opisać najważniejsze sposoby nawigacji bezzałogowych aparatów latających.
3. Jakie są najważniejsze elementy, zadania i przeznaczenie autopilota bezzałogowego aparatu latającego.

Systemy naprowadzania obiektów latających

1. Wymienić i krótko opisać podstawowe systemy naprowadzania obiektów latających.
2. Na czym polega naprowadzanie obiektu latającego według proporcjonalnej nawigacji? Wymienić jego najważniejsze cechy.
3. Zapisać równania kinematyki naprowadzania obiektu latającego na cel powietrzny według krzywej pogoni w płaszczyźnie pionowej.

Mechanika lotu

1. Podaj definicję układu inercyjnego i nieinercyjnego oraz uzasadnij, które ze stosowanych układów współrzędnych można przyjąć za inercyjne.
2. Omów siły działające na niesterowany pocisk raketowy poruszający się w polu grawitacyjnym i w atmosferze ziemi.
3. Omów efekt Magnusa i podaj zasadę określania kierunku i zwrotu siły Magnusa.

Projektowanie amunicji i zapalników

1. Podaj podstawowy podział strzeleckiej amunicji bojowej.
2. Podaj podstawowy podział zapalników ze względu na sposób ich działania.
3. Opisz zasadę działania amunicji odłamkowo-burzącej.

Balistyka końcowa

1. Funkcje wkładów balistycznych oraz ich budowa w kamizelkach odpornych na przebicie nożem oraz pociskiem
 - a) Rodzaje wkładów
 - b) Materiały stosowane do budowy wkładów oraz ich właściwości mechaniczne
2. Funkcje ochronne oraz budowa hełmów
 - a) Materiały stosowane do budowy czerepów oraz ich funkcja
 - b) Funkcje wyposażenia wewnętrznego hełmu
3. Metody badania balistyki końcowej pocisków policyjnych
4. Budowa oraz działanie tzw. amunicji bezpiecznej

Wykrywanie i śledzenie celów

1. Wymienić i krótko opisać rodzaje celowników.
2. Omówić budowę i zasadę działania noktowizorów.
3. Omówić budowę i elementy przyrządów termowizyjnych.