1. Sformułuj zasadę zachowania pędu dla układu oddziałujących cząstek.
2. Sformułuj równanie ruchu środka masy dla układu oddziałujących cząstek.
3. Napisz równanie Newtona dla układu o zmiennej masie, gdzie $\vec{w}$ to względna prędkość masy wpływającej do układu.
4. Wyprowadź zasadę zachowania momentu pędu dla układu oddziałujących cząstek, przy założeniu że siły wewnętrzne działające pomiędzy cząstkami są centralne.
5. Wyprowadź wzór na zmianę energii kinetycznej układu cząstek przy zmianie ich położenia wzdłuż pewnej drogi. Dla jakich sił wzór ten przybierze postać zasady zachowania energii?
6. Sformułuj i udowodnij twierdzenie Koeniga.
7. Jaki jest wzór na krytyczną wartość tłumienia? Czym się różnią drgania tłumione od nadtłumionych? Jakie są rodzaje sił tarcia?
8. Dla drgań wymuszonych dynamicznie:

$$x = \frac{F/k}{\sqrt{\left(1-\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2\right)^2 + 4\epsilon^2\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}} \sin\left(\omega t - \operatorname{arc\,tg}\frac{2\epsilon\frac{\omega}{\omega_0}}{1-\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}\right)$$

   Narysuj przebieg krzywych rezonansowych dla różnych wartości tłumienia. Dla jakiej częstości występuje maksimum wzbudzenia?
9. Jeżeli siła wymuszającą drgania jest siłą odśrodkowa pochodząca od niewyważonego wału wirującego z częstością ω, jaka jest graniczna wartość amplitudy drgań gdy $\omega \to \infty$?
10. Co to są drgania wymuszone kinematycznie? Narysuj przebieg krzywych rezonansowych.
11. Wykorzystując wzór na amplitudę drgań wymuszonych dynamicznie:

$$x = \frac{F/k}{\sqrt{\left(1-\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2\right)^2 + 4\epsilon^2\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}} \sin\left(\omega t - \operatorname{arc\,tg}\frac{2\epsilon\frac{\omega}{\omega_0}}{1-\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}\right)$$

   wyprowadź wzór na amplitudę siły przenoszonej na fundament przez podkładki sprężyste o stałej sprężystości k i tłumienności b, jeżeli na posadowioną na nich maszynę o masie m działa siła o amplitudzie F. Wyprowadź warunek wibroizolacji.
12. Na jakiej zasadzie działa tłumik dynamiczny (eliminator drgań)?

13. Wyprowadź równanie drgań giętnych nieobciążonej belki:

$$\rho S \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} + EI \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} = 0$$

14. Znajdź ogólne rozwiązanie o rozseparowanych zmiennych równania

$$\rho S \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} + EI \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} = 0$$

15. Ogólne rozwiązanie o rozseparowanych zmiennych równania drgań giętnych belki ma postać

$$\sin(\omega t + \phi)\left(B_1 \mathrm{sh}\,(kx) + B_2 \mathrm{ch}\,(kx) + C_1 \sin(kx) + C_2 \cos(kx)\right)$$

Znajdź rozwiązanie ogólne dla belki swobodnie podpartej na końcach.

16. Rozwiązanie ogólne równania drgań giętnych dla belki swobodnie podpartej na końcach ma postać:

$$y(x,t) = \sum_{m=1}^{\infty} A_m \sin\left(\left(\frac{m\pi}{l}\right)^2 \sqrt{\frac{EI}{\rho S}}\, t + \phi_t\right) \sin\left(\frac{m\pi}{l} x\right)$$

W jaki sposób wyznaczyć współczynniki A_m, jeżeli znamy kształt belki w chwili $t = 0$?

17. Jakie mikroskopowe siły są źródłem więzów kontaktowych? Jak klasyfikujemy więzy?

18. Podaj definicję rozmaitości. Jakie są dwa sposoby definiowania rozmaitości?

19. Sformułuj zasadę d'Alemberta

20. Sformułuj równania Lagrange'a I rodzaju dla układu cząstek ograniczonemu przez k więzów.

21. Wyznacz siłę napięcia nitki w wahadle matematycznym o masie m wykorzystując równania Lagrange'a pierwszego rodzaju.

22. Jak zmieniają się zasady zachowania pędu, momentu pędu i energii gdy na układ nałożymy więzy, w zależności od rodzaju tych więzów?

23. Wychodząc z zasady d'Alemberta, wyprowadź równania Lagrange'a II rodzaju dla układu cząstek. Zdefiniuj siły uogólnione i dwuformę energii kinetycznej.

24. Co to jest Lagrangian? Jakie siły uogólnione można przenieść do Lagrangianu?

25. Pokaż, że siła działająca na ciało w polu grawitacyjnym na poruszającej się Ziemi: $\vec{F} = m\vec{g} - m\vec{\omega} \times (\vec{\omega} \times \vec{r}) - 2m\vec{\omega} \times \dot{\vec{r}}$ pochodzi od potencjału uogólnionego: $V(\vec{r}, \dot{\vec{r}}) = m\left(gz - \frac{1}{2}\omega^2 r^2 + \frac{1}{2}(\vec{\omega} \cdot \vec{r})^2 - \vec{\omega} \cdot (\dot{\vec{r}} \times \vec{r})\right)$.

26. Znajdź Lagrangian dla wahadła podwójnego.

27. Wyprowadź wzór na moment pędu bryły sztywnej jako sumę translacyjnego i obrotowego momentu pędu.

28. Wyprowadź wzór na energię kinetyczną bryły sztywnej jako sumę energii kinetycznej ruchu translacyjnego i ruchu obrotowego.

29. Ze wzoru na tensor bezwładności: $I = \sum_i m_i(\vec{r}_i^T \vec{r}_i - \vec{r}_i \vec{r}_i.T)$ wyprowadź wzory na elementy macierzowe tensora momentu bezwładności dla ciągłego rozkładu masy. Co to są momenty główne i dewiacyjne? Co to są osie główne tensora momentu bezwładności?

30. Sformułuj twierdzenie Steinera.

31. Wyprowadź równania Eulera dla ruchu obrotowego.

32. W jaki sposób określamy położenie układu ruchomego względem nieruchomego za pomocą kątów Eulera?

33. W jaki sposób określamy położenie układu ruchomego względem nieruchomego za pomocą kątów Cardana? Jakie nazwy noszą osie X, Y, Z?

34. W jaki sposób prędkość kątowa bryły powiązana jest z pochodnymi czasowymi kątów Eulera/Cardana?

35. Omów sposób wyznaczania polhodii - trajektorii wektora prędkości kątowej w układzie bryły dla bąka Eulera. Omów rozwiązania stacjonarne i ich stabilność.

36. Dla Lagrangianu bąka Lagrange'a:

$$L = \frac{1}{2}\begin{bmatrix} \dot{\alpha} & \dot{\gamma} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_{zz} + Mh^2 \sin^2\beta & I_{zz}\cos\beta \\ I_{zz}\cos\beta & I_{xx}\sin^2\beta + I_{zz}\cos^2\beta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{\alpha} \\ \dot{\gamma} \end{bmatrix} + \frac{1}{2}(I_{xx} + Mh^2)\dot{\beta}^2 - Mgh\cos\beta$$

znajdź równania Lagrange'a i przedyskutuj ich całkowanie

37. Wyprowadź wzór na reakcje dynamiczne łożysk dla tarczy o masie m i promieniu R osadzonej mimoosiowo (gdzie α - odchylenie osi) w środku wału długości d wirującego z prędkością kątową ω.

38. Wyprowadź wzór na reakcje dynamiczne łożysk dla tarczy o masie m i promieniu R osadzonej mimośrodowo (gdzie ϵ - odległość środka tarczy od osi wału) w środku wału długości d wirującego z prędkością kątową ω.

39. Wyjaśnij działanie stabilizatora okrętowego.

40. Co to jest zderzenie elastyczne, plastyczne, współczynnik restytucji.

41. Wyprowadź wzory na prędkości po zderzeniu elastycznym dwóch mas w jednym wymiarze.

42. W jaki sposób wyznaczamy środek uderzenia dla figury płaskiej?

43. Dwa jednoroden pręty o masach m_1 i m_2 oraz długościach l_1 i l_2 początkowo są równoległe do siebie, poruszają się z prędkościami prostopadłymi do swoich osi i zderzają się końcami. Oblicz prędkości kątowe prętów po zderzeniu, wykorzystując fakt, że środek uderzenia jest położony w $\frac{1}{3}$ długości pręta.