

- 1) Popište jednotlivé druhy vazeb vyskytujících se v mechanice. Definujte konfigurační prostor pro mechanickou soustavu a obecné souřadnice této soustavy. Zapište Lagrangeovy rovnice prvního a druhého druhu pro mechanickou soustavu s holonomními vazbami a vysvětlete jaký je mezi nimi rozdíl.
- 2) Definujte pojmy virtuální práce a virtuální posunutí. Vyslovte d'Alembertův princip a princip virtuální práce a uveďte, jak spolu tyto principy souvisí. Jak tyto principy souvisí se statickou a dynamickou rovnováhou mechanické soustavy? Popište, jak lze pomocí d'Alembertova principu sestavit pohybové rovnice pro neholonomní soustavu.
- 3) Zapište Lagrangeovu funkci pro izolovanou soustavu dvou hmotných bodů, které na sebe působí silami nezávislými na rychlostech a splňujícími třetí Newtonův zákon. Určete celkem 10 integrálů pohybu odpovídajících invarianci Lagrangeovy funkce vůči Galileiho transformacím a popište, jak se pomocí nich úloha dvou těles zredukuje na pohyb soustavy s jedním stupněm volnosti.
- 4) Popište, co jsou to malé kmity a pro které typy soustav nastávají. Popište, jak najít řešení popisující malé kmity dané mechanické soustavy pomocí metody módů. Definujte a vysvětlete co je to mód a normální souřadnice.
- 5) Definujte pojmy tuhé těleso, tenzor a pseudovektor úhlové rychlosti. Definujte tenzor momentu setrvačnosti, rozeberte jeho vlastnosti a zapište pomocí něj kinetickou energii tuhého tělesa. Popište rovnice, jimiž se řídí pohyb tuhého tělesa.
- 6) Zapište Eulerovy setrvačnické rovnice v obecné podobě a v hlavních osách. Najděte jejich řešení pro volný symetrický setrvačnick. Definujte Eulerovy úhly a popište jejich vztah k úhlové rychlosti. Vysvětlete pojmy rotace, precese a nutace setrvačnicku.
- 7) Stručně popište co je to variace křivky, funkcionál na prostoru křivek a jeho variace a základní lemma variačního počtu. Definujte akci a zapište podmínku, za které má akce na dané křivce stacionární hodnotu vzhledem k variacím s pevnými konci. Zformulujte Hamiltonův a Jacobiho princip pro mechaniku. Diskutujte analogii mezi Jacobiho principem v mechanice a Fermatovým principem v optice.
- 8) Popište Legendreovu duální transformaci a její roli v analytické mechanice. Co jsou to Hamiltonovy pohybové rovnice. Definujte Poissonovu závorku, uveďte její vlastnosti a zapište pomocí ní Hamiltonovy rovnice. Definujte pojem integrál pohybu a ukažte, jak se ověří, že je daná funkce integrál pohybu v Hamiltonově formalismu.
- 9) Napište Lagrangeovu a Hamiltonovu funkci pro nabitou částici v elektromagnetickém poli pro případ nerelativistické a relativistické částice. Ukažte, že odpovídající Lagrangeovy rovnice jsou kalibračně invariantní.
- 10) Zformulujte teorém Noetherové v Lagrangeově formalismu a uveďte příklady týkající se translací a rotací. Jaký je rozdíl, mezi teorémem Noetherové v Lagrangeově a Hamiltonově formalismu? Ukažte, jak zachovávající se veličiny generují symetrie Hamiltonovy funkce.
- 11) Definujte kanonickou transformaci. Popište základní typy vytvářejících funkcí kanonické transformace. Uveďte kritéria kanoničnosti transformace. Zformulujte Liouvilleovu větu.
- 12) Zformulujte Hamiltonovu-Jacobiho rovnici a Jacobiho větu. Co je to hlavní funkce Hamiltonova a jaký má význam? Jak se řeší Hamiltonova-Jacobiho rovnice?

13) Zapište vzorce pro speciální Lorentzovy transformace. Co je to interval a jakého typu může být? Vysvětlete pojem relativistický invariant. Co je to světelný kužel? Jaký je matematický model Minkowského prostoročasu? Co to je Lorentzova transformace? Definujte Lorentzovu grupu a popište její strukturu.

14) Co je to vlastní čas? Vysvětlete, co je to čtyřvektor. Definujte pojmy čtyřrychlost, čtyřhybnost a čtyřsíla. Zapište Lorentzovu čtyřsílu a relativistickou pohybovou rovnici pro pohyb nabitě částice v elektromagnetickém poli.