Teorijska fizika 2007/08

Analitična mehanika, elastomehanika

Izpitna vprašanja

Na vprašanja odgovarjajte strnjeno, vendar celovito. Odgovore vselej utemeljite z izpeljavami in po potrebi ilustrirajte z zgledi in skicami.

1. Zapišite in pojasnite Newtonove zakone gibanja!
2. Katere lastnosti mora imeti sila, da jo lahko zapišemo kot gradient ustreznega potenciala? Navedite nekaj primerov! Navedite nekaj primerov sil, ki jih ne moremo pripisati ustreznega potenciala!
3. Kako je definirano težišče sistema teles? Zapišite enačbi gibanja za translacijsko in rotacijsko gibanje težišča!
4. Kaj mora veljati za neko silo, da pravimo, da je centralna? Navedite nekaj primerov! Navedite nekaj primerov necentralnih sil!
5. Pokažite, da je gibanje težišča sistema teles odvisno le od zunanjih sil na sistem!
6. Pokažite, da je rotacijsko gibanje sistema teles ni odvisno od navorov sil med telesi, če so te centralne, temveč le od navorov zunanjih sil!
7. Zapišite in pojasnite izrek o ohranitvi energije za sistem teles!
8. Kaj so vezi, na kakršne naletimo v mehaniki? Navedite nekaj primerov!
9. Kaj so posplošene koordinate? Zakaj jih vpeljemo?
10. Kaj pravi d'Alembertovo načelo? Kaj je navidezni premik?
11. Izpeljite Lagrangeve enačbe iz d'Alembertovega načela!
12. Kako je definirana Lagrangeva funkcija? Zapišite Lagrangevo funkcijo za matematično nihalo! Kaj je tu primerna posplošena koordinata?
13. V čem se Lagrangeva formulacija mehanike razlikuje od Newtonove? Ali sta enakovredni? Katera je v splošnem prikladnejša in zakaj?
14. Kaj mora veljati za neko koordinato, da pravimo, da je ciklična? Kateri ohranitveni zakon izhaja iz cikličnosti koordinate? Navedite zgled!

15. Katera količina je konstanta gibanja, če Lagrangeva funkcija ni eksplicitno odvisna od časa in če to velja tudi za vezi? Dokažite!
16. Kaj je Hamiltonovo načelo? Izpeljite Lagrangeve enačbe iz Hamiltonovega načela!
17. Kako in zakaj vpeljemo reducirano maso sistema dveh teles?
18. Iz katerega ohranitvenega zakona pri problemu dveh teles, ki ju veže gravitacijska sila, izhaja II. Keplerjev zakon in kako? Izpeljite!
19. Katere vrste orbit so značilne za sistem dveh teles s privlačnim potencialom? Narišite in kvalitativno pojasnite delitev!
20. Navedite in pojasnite glavne korake, s katerimi rešimo Keplerjev problem in pokažemo, da je tir telesa v gravitacijskem potencialu elipsa!
21. Opišite nevezana stanja dveh delcev, ki učinkujeta drug na drugega s potencialom vrste $1/r$! Kakšni so tiri projektilov, če je potencial privlačen, in kakšni, če je odbojen? Narišite! Kaj je parameter trka?
22. Kaj je sipalni kot? Kaj je diferencialni sipalni presek?
23. Kakšna je kvalitativna odvisnost sipalnega kota od hitrosti projektila daleč od tarče? Skicirajte in pojasnite!
24. Kakšni so tiri delca v dvorazsežnem harmoničnem potencialu? Utemeljite! Kako je, če je vrtilna količina enaka 0; kako, če ni?
25. Zakaj in kako vpeljemo sistemske sile? Katere vrste sistemskih sil poznamo?
26. Katera sistemska sila deluje na telesa v koordinatnem sistemu, ki se giblje premo pospešeno? Navedite primer!
27. Kaj je centrifugalna sila? Kolikšno je razmerje centrifugalne in gravitacijske sile na površju Zemlje? Utemeljite!
28. Kaj je Coriolisova sila? Od česa je odvisna? Naštejte nekaj manifestacij Coriolisove sile!
29. Kako vpeljemo tenzor vztrajnostnega momenta? Kako je definiran? Kako z tenzorjem vztrajnostnega momenta izrazimo rotacijsko kinetično energijo togega telesa, kako vrtilno količino?
30. Kako sta povezani vrtilna količina in krožna hitrost? Sta v splošnem ta vektorja kolinearna? Navedite preprost splošen zgled!

31. Kakšna je zveza med tenzorjem vztrajnostnega momenta v težiščnem sistemu s tistim v nekem drugem koordinatnem sistemu?

32. Zapišite Eulerjeve enačbe za vrtenje togega telesa! Iz katerega zakona izhajajo? Na kateri opazovalni sistem se nanašajo?

33. Kakšne so rešitve Eulerjevih enačb za simetrično prosto vrtavko? Kako to vidimo?

34. Kaj so Eulerjevi koti? Kaj opisujejo, kako so definirani?

35. Kaj je nutacija? Kaj je precesija? Narišite, kako se os telesa giblje v prostoru pri čisti precesiji in kako pri precesiji z majhno nutacijo! Zakaj nutacije pri vrtavki na ravni podlagi navadno ne opazimo takoj zatem, ko jo zavrtimo?

36. Zakaj vpeljemo Hamiltonovo funkcijo in kako? Kaj predstavlja Hamiltonova funkcija, če lege delcev niso eksplicitne funkcije časa in je potencialna energija odvisna le od posplošenih koordinat?

37. Zapišite Hamiltonove enačbe! Kako se reševanje Hamiltonovih enačb po matematični plati razlikuje od reševanja Lagrangevih enačb? Kateri ohranitveni zakon velja za sistem, če je neka posplošena gibalna količina ciklična? Utemeljite!

38. Kaj je kanonična transformacija? Navedite primer!

39. Kaj je glavna razlika med trdninami in tekočinami? Kaj je viskoelastično obnašanje?

40. Kako vpeljemo deformacijski tenzor? Zakaj člen drugega reda navadno zanemarimo? Pokažite, da deformacijski tenzor ne odraža ne translacijskega ne rotacijskega gibanja telesa!

41. Katere so najpomembnejše lastnosti deformacijskega tenzorja? Kakšen je pomen diagonalnih elementov in sledi? Kakšen je pomen izvendiagonalnih elementov? Pokažite!

42. Na kateri predpostavki sloni vpeljava napetostnega tenzorja? Kako ga vpeljemo? Kakšen je pomen napetostnega tenzorja? Zakaj mora biti v najnižjem redu simetričen?

43. Kako se delo, ki ga pri deformaciji opravi zunanja sila, izraža z deformacijskim in z napetostnim tenzorjem? Katera količina povezuje deformacijski in napetostni tenzor? Kako to vidimo?

44. Katere simetrijske lastnosti so značilne za izotropno sredstvo? Navedite nekaj primerov izotropnh trdnin! Naštejte invariante deformacijskega tenzorja izotropnega telesa!

45. Kako zasnujemo elastično prosto energijo izotropnega telesa in kako jo zapišemo z Laméjevima elastičnima konstantama? Kaj je harmonični približek?

46. Pokažite, da je v Laméjevem naboru elastičnih konstant μ strižni modul!

47. Kako vpeljemo prožnostni (Youngov) modul in Poissonovo število? Kolikšno je kvečjemu lahko Poissonovo število? Zakaj?

48. Kako pridemo od Cauchyjeve enačbe do Navierove enačbe? V čem se oba zakona gibanja razlikujeta, kaj imata skupnega? Kateri je splošnejši? Na kakšna sredstva se nanaša manj splošni?

49. Kako zasnujemo elastično prosto energijo kristalov? Kaj je tenzor elastičnih konstant? Koliko neodvisnih elementov ima v splošnem in zakaj?

50. Zakaj ima elastična prosta energija monoklinskega sistema (simetrijska elementa: dvoštevna os ali zrcalna ravnina) manj členov kot elastična prosta energija triklinskega sistema (možni simetrijski element: inverzija)? Koliko jih ima? Kako to ugotovimo?

51. Kako pridemo do elastične teorije plošč? Opišite glavne korake!

52. Kaj je nevtralna ravnina? Kakšen je ob upogibu značaj lokalne deformacije na različnih mestih znotraj plošče? Kako vemo, da so sile na površino tipično mnogo manjše od notranjih sil v plošči?

53. Zapišite enačbo, ki določa ravnovesje obremenjene plošče! Kakšni robni pogoji veljajo na robu vzidane plošče?

54. Zapišite enačbo, ki v Bernoullijevi teoriji določa ravnovesno obliko nosilca! Kakšni robni pogoji veljajo na vzidanem koncu in kakšni na prostem?

55. Kakšna je krajevna odvisnost mehanične napetosti znotraj preseka upognjene palice? Kje se deli palice lokalno stisnejo, kje raztegnejo? Kakšna je celotna sila na presek palice pri čistem upogibu? Odgovor računsko utemeljite!

56. Kako je elastična energija dolžinske enote palice odvisna od lokalnega polmera ukrivljenosti? Kako to vidimo?

57. Kaj je vztrajnostni moment preseka palice? Kako ga definiramo in kaj predstavlja? Je nosilec pravokotnega preseka lažje upogniti tako, da je nevtralna ravnina vzporedna z daljšo stranico, ali tako, da je vzporedna s krajšo? Pojasnite!

58. Koliko polarizacij elastičnih valov v trdninah poznamo? Katere? Katera je najhitrejša, katera najpočasnejša?

59. Koliko polarizacij elastičnih valov se širi v sredstvu, katerega strižni modul je enak 0? Pojasnite!

60. Zapišite odbojna zakona za obe odbiti valovanji, če je vpadno valovanje longitudinalno! Je odbojni kot odbitega transverzalnega vala večji ali manjši od odbojnega kota longitudinalnega vala? Zakaj?