

Tentamen i Mekanik F del B

Tid: tisdagen den 26 maj 1998 kl. 14¹⁵-18¹⁵.

Lokal: MN

Jourhavande assistent: Mohammad Moraghebi, ankn. 8031.

Hjälpmedel: TEFYMA, Standard Math Tables, Beta, Physics Handbook, valfri räknedosor samt egenhändigt skriven A4-sida.

Lösningarna anslås på institutionens anslagstavla i Fysikums trapphus samt på entrédörren till trapphuset omedelbart efter skrivningens slut.

Resultatlistan anslås senast fredagen den 12 juni kl. 11⁰⁰.

Förklara införda storheter och motivera ekvationer och slutsatser! Kontrollera svar med avseende på dimension och rimlighet (krävs i förekommande fall för full poäng)! Även skisserade lösningar och fysikaliska resonemang kan poängsättas. Beskriv vad du gör! Rita!

Varje uppgift ger maximalt 15 poäng. För betyg 3, 4 resp. 5 krävs 30, 40 resp. 50 poäng.

1. En sträng på ett musikinstrument kan utföra transversella svängningar. Man kan modellera strängen som ett stort antal masspunkter, förbundna med lätta fjädrar. Vi antar att strängen, liksom på ett instrument, är fixerad i sina ändpunkter, och att inverkan från andra yttre krafter är försumbar. Låt svängningen försiggå i ett plan, och betrakta små svängningar. Transversaliteten hos svängningen byggs in i villkoret att masspunkterna bara rör sig "vertikalt" (enligt figuren). Visa att verkan för den här typen av svängningar kan skrivas

$$S = \frac{1}{2} \int dt dx \left(\rho \left(\frac{\partial y}{\partial t} \right)^2 - F \left(\frac{\partial y}{\partial x} \right)^2 \right),$$

där ρ är strängens "densitet" (massa per längdenhet) och F kraften i strängen (den kraft som finns när $y(x) \equiv 0$) (till skillnad från vår modell för longitudinella svängningar blir det här systemet inte linjärt förrän man gör en utveckling för små $\frac{\partial y}{\partial x}$). Uppskatta *storleksordningen* på grundtonen för en normalt utformad metallsträng på ett normalstort instrument! När vi i inlämningsuppgiften tittade på longitudinella svängningar blev ljudhastigheten en materialkonstant. Vad i den här modellen är det som gör att det inte är så?

2. Kritisera, gärna kortfattat, följande resonemang:

“Längdkontraktionen, såsom den framställs i Einsteins relativitetsteori, är en ren illusion, skapad av ett tvång att definiera ett samtidighetsbegrepp. Einstein insåg att tiden var relativ, men han tog inte konsekvenserna av sin insikt. Ett enkelt tankeexperiment med en accelererad observatör visar att samtidighetsbegreppet hos Einstein är bisarrt och måste överges. Även om observatören är accelererad, befinner han sig momentant i ett inertialsystem. Enligt Einstein förändras observatörens samtidighetsbegrepp i och med att han byter inertialsystem (accelererar). Samtidighetslinjerna ändrar lutning (se figur 1). Följer man linjerna tillräckligt långt åt höger korsar de varandra, och en senare händelse kommer före en tidigare enligt denna observatör, även om deras separation i rum-tiden är tidslik. Detta strider mot kausalitetsprincipen, och Einsteins samtidighetsbegrepp är inkonsistent. Vi hävdar att den enda operativt möjliga samtidigheten bygger på utsändande och mottagande av ljussignaler. Vi ser ljuset från en stjärna “samtidigt” som det sänds ut. Detta är också i överensstämmelse med tidsdilatationen (enligt Einstein); tiden går oändligt långsamt i ljusets eget system, och det kommer alltså fram samtidigt som det sänds ut. Låt oss med denna insikt korrigera Einsteins “längdkontraktion”! Den streckade ytan representerar världsytan hos en stav som rör sig mot en observatör i origo med hastigheten v . Ytans horisontella längd representerar längden såsom den “observeras” enligt Einstein, dvs. $L_0/\gamma(v)$, där L_0 är vilolängden. Denna så kallade observation är förstås omöjlig. Med det nya samtidighetsbegreppet är stavens längd den som verkligen observeras m.h.a. ljussignaler. Den observerade längden är a enligt figuren, och fås genom att man beräknar skärningen mellan stavens ände ($x = -\frac{L_0}{\gamma} + vt$) och ljussignalen ($x = ct$) (se figur 2). Resultatet är $a = L_0 \left(\frac{1+v/c}{1-v/c}\right)^{\frac{1}{2}}$. Staven är alltså tvärtom längre än i sitt vilosystem.”

Figur 1

Figur 2

3. Man diskuterar transport av isberg från polarregionerna som en lösning på vattenförsörjningsproblem. Antag att ett isberg bogseras rakt norrut på 60° sydlig latitud. Då gör jordens rotation att det inte bara behöva en kraft för att övervinna vattenmotståndet, utan även en sidriktad kraft. Bestäm vinkeln mellan isbergets rörelseriktning (norrut) och bogserlinans riktning, om isbergets massa är 5×10^{12} kg, dess fart är 0.5 m/s och vattenmotståndets belopp är 7.0×10^7 N. På vad sätt, om alls, kommer centrifugalkraften in i bilden?

4. Uppskatta (numeriskt) storleksförhållandet mellan centrifugalkraft och "gyrokraft" när man svänger med en cykel! (Det räcker med en mycket grov uppskattning av hur rörelsemängdsmoment ändras osv.; man behöver inte, om man inte vill, ge sig in i exakta räkningar).