

Chalmers
Teknisk fysik — Teknisk matematik — Arkitektur och teknik
Matematik- och fysikprovet 2009
Fysikdelen

Provtid: 2h.

Hjälpmedel: inga.

På sista sidan finns en lista över fysikaliska konstanter som eventuellt kan vara användbara.

På uppgifter där numeriskt svar efterfrågas räcker det med en eller två signifikanta siffror, beroende på antalet signifikanta siffror i de givna storheterna. Glöm inte att i förekommande fall ange enhet i dina svar.

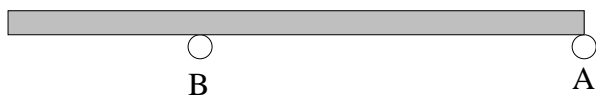
Svar på uppgifterna 1-19 lämnas på utdelat svarsformulär, uppgift 20 på lösblad.

Uppgifter med svarsalternativ (13 st., 1 p/uppg.)

Ett svarsalternativ skall anges på varje fråga, utom på frågorna 7 och 8, där mer än ett alternativ kan vara rätt.

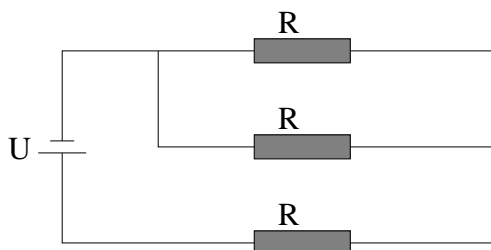
1. En plankan med längden ℓ vilar på två stöd, det ena vid plankans ena ände (A) och det andra ett avstånd $\ell/3$ från den andra änden (B). Plankan har massan m . Hur stor är den vertikala kraften på plankan från stödet i B?

- A. $\frac{mg\ell}{2}$ B. $\frac{2mg\ell}{3}$ C. $\frac{3mg\ell}{4}$ D. $\frac{mg}{2}$ E. $\frac{3mg}{4}$



2. Hur stor är den totala effektutvecklingen i den idealiserade elektriska kretsen i figuren?

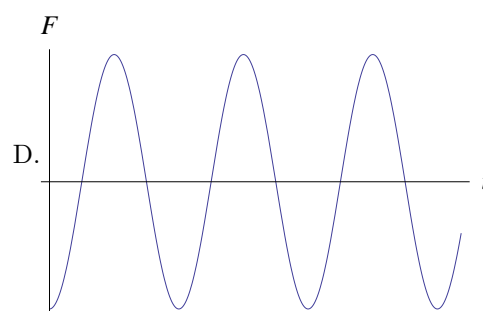
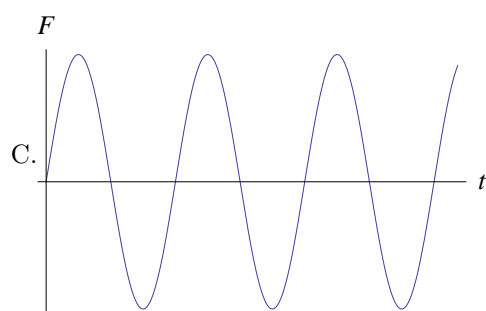
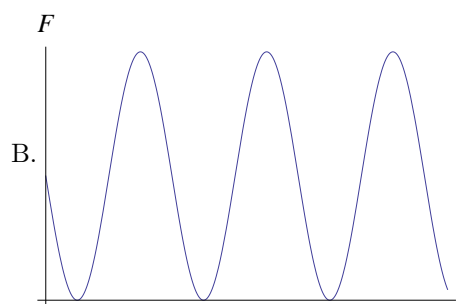
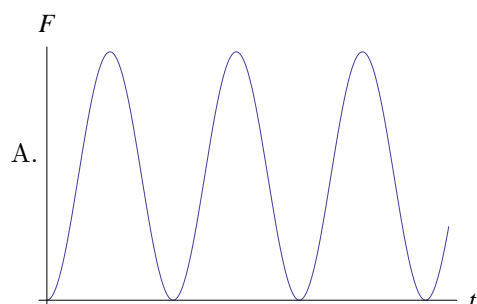
- A. $\frac{U^2}{3R}$ B. $\frac{4U^2}{9R^2}$ C. $\frac{U}{3R}$ D. $\frac{U}{9R^2}$ E. Annat svar än alternativen A-D.



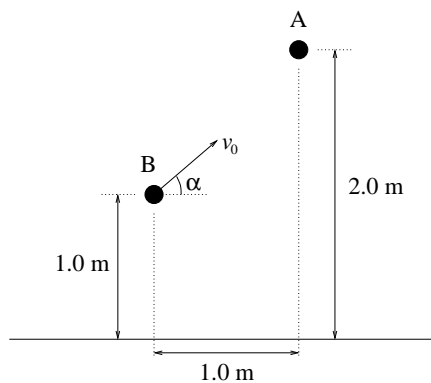
3. Ljudet från sirenen på ett utryckningsfordon består av två alternerande toner med frekvenserna 700 Hz och 990 Hz. Fordonet rör sig rakt ifrån en person med farten 90 km/h. Vilken är kvoten mellan den högre och den lägre frekvensen hos det ljud som denna person uppfattar från sirenen?

- A. 1.04 B. 1.08 C. 1.41 D. 1.85 E. 1.92

4. En kropp hänger i en fjäder, vars andra ände sitter fast i ett tak. Kroppen släpps från vila vid tiden $t = 0$ i det läge där fjädern har sin naturliga längd och är vertikal. Vilken av graferna A, B, C och D beskriver bäst dragkraften F i fjädern som funktion av tiden t under den efterföljande rörelsen?



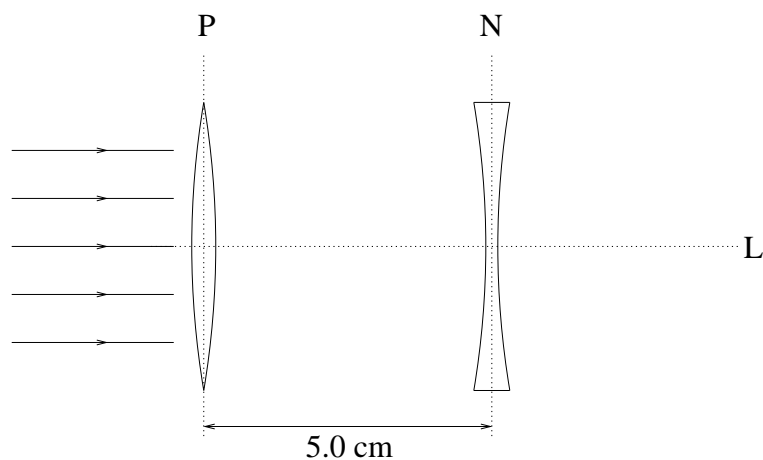
5. En boll A släpps från vila från en höjd 2.0 m över golvet. Samtidigt som bollen A släpps skjuts en annan boll B iväg med utgångsfarten v_0 från det läge som visas i figuren. Vilken vinkel α skall utgångshastigheten för boll B bilda mot golvet för att boll A och boll B skall kollidera? Luftmotståndet är försumbart i sammanhanget.



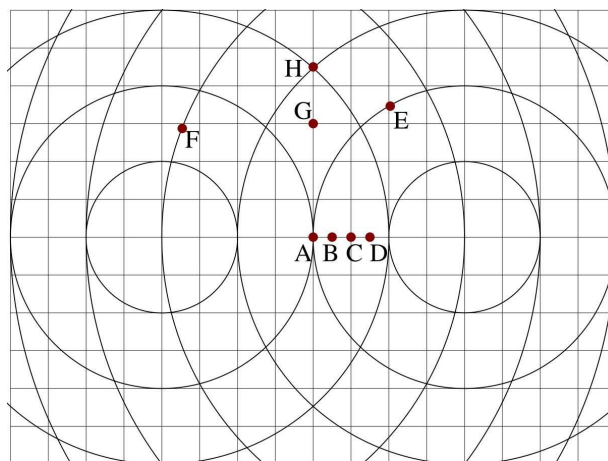
- A. 60° B. 45° C. 30° D. Det beror på hur stor v_0 är.

6. Figuren visar en kombination av en positiv och en negativ lens. Brännvidden för den positiva linsen (P) är 10 cm, och för den negativa (N) 15 cm. Parallella ljusstrålar faller in från vänster. I vilken punkt på linjen L (linsernas symmetriaxel) fokuseras ljuset?

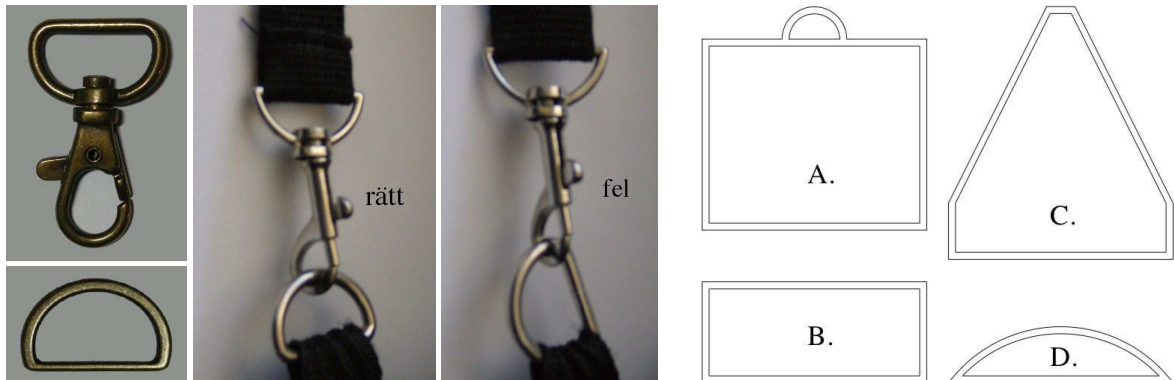
- A. 2.5 cm till vänster om N B. 2.5 cm till höger om N C. 5.0 cm till höger om N
D. 7.5 cm till höger om N E. Ingenstans.



7. Vågor på en vattenyta kommer från två källor, som är i fas med varandra och befinner sig fyra våglängder ifrån varandra. I figuren markerar cirklarna vågtopparna för vardera av de två utåtgående vågorna vid en viss tidpunkt. Vilken eller vilka av de markerade punkterna A,...,H överensstämmer väl med läget för en nod, dvs. i vilken eller vilka av punkterna är amplituden för den sammanlagda vågen ständigt noll?



8. Axelbandet till en ryggsäck (som delades ut till deltagarna i en internationell fysikkonferens) fästs samman med ryggsäcken med en karbinhake som hakar fast i en ring (se vänstra figuren). Karbinhakens ring är fäst i ett tygband som leder upp till själva axelremmen, och ringen karbinhaken kopplas till är fäst i ett tygband som sitter fast i nedre delen av ryggsäcken. Anordningen är i ihopkopplat skick tänkt att se ut som i den mittersta figuren (märkt "rätt"). Under belastning vänder sig dock ringen så som i den följande figuren (märkt "fel"), vilket leder till olämplig belastning på bandet, och i längden kanske till att bandet eller dess infästning i ryggsäcken går sönder. Vilken eller vilka av utformningarna A, B, C och D av den nedre ringen är bättre, i den mening att de inte leder till detta problem (mer än ett svar kan vara rätt)? (I samtliga fall skall bandet vara fäst runt den nedre sidan, vars bredd överensstämmer med bandets bredd, och karbinhaken i den övre.)



9. Ungefär hur många molekyler (avrundat till en tiopotens) finns det i 1 m^3 luft (vid havsnivå och rumstemperatur)?

- A. 10^{15} B. 10^{20} C. 10^{25} D. 10^{30}

10. Vatten strömmar genom en avsmalnande slang. I slangens ena ände, där vattnet strömmar in, kommer det in 1.0 liter/s .



Slangen har där diametern 20 mm . I andra änden, där vattnet strömmar ut, är diametern 15 mm . Hur stort är flödet i denna ände?

- A. 0.56 liter/s B. 0.75 liter/s C. 1.0 liter/s D. 1.3 liter/s E. 1.8 liter/s


11. Genom att kombinera relevanta storheter för en himlakropp, såsom dess massa och radie, med naturkonstanter, såsom gravitationskonstanten och ljushastigheten, kan man bilda en dimensionslös storhet, proportionell mot kroppens massa, som utgör ett absolut mått på gravitationskraftens styrka vid himlakroppens yta. Ungefär hur stark är gravitationen på jordytan?

- A. 10^{-9} B. 10^{-6} C. 10^{-3} D. 1

12. Jordens massa är ungefär 81.3 gånger så stor som månens, och jordens radie ungefär 3.67 gånger så stor som månens. Flykthastigheten från jorden (dvs. den hastighet en kropp behöver minst ges vid jordytan för att, luftmotståndet försummat, inte falla tillbaka till jorden) är 11.2 km/s . Hur stor är flykthastigheten från månen?

- A. 0.138 km/s B. 0.504 km/s C. 2.38 km/s D. 3.05 km/s

13. På forskningsanläggningen CERN utanför Genève skall senare i år den nya partikelacceleratoren LHC (Large Hadron Collider) startas. Bilden nedan är ett klipp från CERN:s websida.



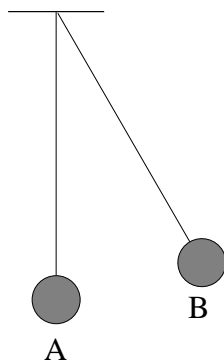
The image is a screenshot of the CERN website's 'Facts and figures' page for the LHC. At the top left is the CERN logo and the text 'European Organization for Nuclear Research'. To the right is a search bar with a 'Search' button and radio buttons for 'this site' (selected) and 'all CERN'. Below the header is a navigation menu with links for 'About us', 'Science', 'Research', 'The LHC', and 'People'. A banner image shows scientists in a control room. The main content area has a left sidebar with a table of contents: 'Why the LHC', 'How the LHC works', 'The LHC Experiments' (with sub-links for ALICE, ATLAS, CMS, LHCb, TOTEM, and LHCf), 'Computing', 'The safety of the LHC', 'Facts and figures' (highlighted), and 'LHC Milestones'. The main text is titled 'Facts and figures' and contains two sections: 'The largest machine in the world...' and 'The fastest racetrack on the planet...'. The first section states the LHC's circumference is 26,659 m and that it is the world's largest particle accelerator, with magnets pre-cooled to -193.2°C (80 K) using 10,080 tonnes of liquid nitrogen, to be filled with 60 tonnes of liquid helium to reach -271.3°C (1.9 K). The second section states that at full power, trillions of protons race around the ring 11,245 times a second at 99.99% the speed of light, with two beams of protons each at a maximum energy of 7 TeV, resulting in head-to-head collisions of 14 TeV. A line of text at the bottom of the second section reads 'Altogether some 500 million collisions will take place every second'.

I andra stycket (“The fastest racetrack in the world...”) anges till vilken fart protonerna accelereras, och vilken deras energi då är. Siffran 7 TeV är rätt (den anger energin per proton). Stämmer uppgiften om farten, $v \approx 0.9999c$ (med detta antal signifikanta siffror)?

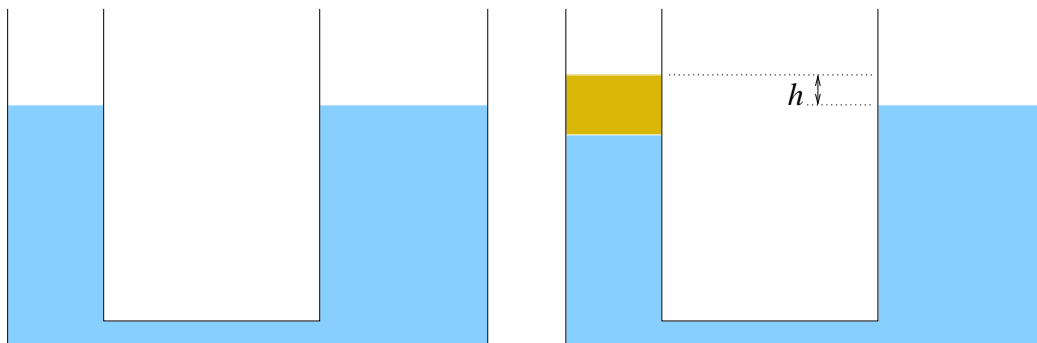
A. Nej, farten är lägre än $0.9999c$. B. Ja. C. Nej, farten är högre än $0.9999c$.

Frågor till vilka endast svar skall ges (6 st., 2 p/uppdg.)

14. En pendel, bestående av en kula som hänger i ett lätt snöre, svänger fram och tillbaka under påverkan av tyngdkraften (luftmotståndet kan försummas). Rita ut de krafter som verkar på kulan i lägena A och B, där kulan i A är på väg åt höger, och B är kulans högra vändläge. Förhållandena mellan krafternas belopp behöver inte framgå.



15. En behållare är utformad enligt figuren, som två öppna kommunicerande kärl. Båda delarna har kvadratisk tvärsnitt, med sidan 1.0 dm hos den vänstra delen och 2.0 dm hos den högra. Från början innehåller behållaren endast vatten, och de två vattenytorna är då i jämnhöjd med varandra (vänstra bilden). Man håller sedan försiktigt i 1.0 liter olivolja, med densiteten 917 kg/m^3 , i den vänstra delen av behållaren, och väntar tills den har lagt sig ovanpå vattnet (högra bilden). Vilken av ytorna, oljans övre yta till vänster eller vattnets till höger, är då högst? Hur stor är höjdskillnaden h ? (Inga skalor eller avstånd kan läsas ur figuren.)



16. En kropp med massan m faller i atmosfären under inverkan av tyngdkraften, och påverkas också av en luftmotståndskraft. Antag att luftmotståndskraften är proportionell mot farten v i kvadrat, enligt uttrycket $|\vec{F}_{\text{luft}}| = \frac{1}{2}C\rho Av^2$, där A är kroppens tvärsnittsarea, ρ är luftens densitet och C är en dimensionlös formfaktor som beror på kroppens geometri (detta brukar vara en bra approximation för relativt stora hastigheter). När kroppen faller kommer hastigheten gradvis att närma sig en gränshastighet v_0 . Uttryck v_0 i termer av övriga relevanta storheter!

17. Norrsken uppstår när snabba laddade partiklar (t.ex. elektroner med hastigheter på c:a 350 km/s) i solvinden träffar jordens atmosfär. Låt styrkan på jordens magnetfält vara $50 \mu\text{T}$. Beräkna den s.k. *cyklotronfrekvensen*, dvs. frekvensen för den cirkel- eller spiralrörelse en elektron har i detta magnetfält!

18. Den kosmiska bakgrundstrålningen är elektromagnetisk strålning som har fyllt universum sedan den tid då dess temperatur blev tillräckligt låg för att neutrala atomer skulle bildas, och universum därmed blev genomskinligt för elektromagnetiska vågor. Den bär mycket information om universums tidiga utveckling. Temperaturen hos den kosmiska bakgrundstrålningen är nu c:a 2.7 K. Ungefär hur stor är den typiska våglängd som svarar mot denna temperatur? Det räcker att svara på en tiopotens när.

19. En kropp med massan 5.0 kg och farten 4.0 m/s kolliderar med en kropp med massan 20 kg som före kollisionen är i vila. Kollisionen är fullständigt inelastisk, dvs. kropparna rör sig därefter tillsammans som en enda kropp med massan 25 kg. Den är också "rak", dvs. den sammanslagna kroppen roterar inte efter kollisionen. Hur stor del av rörelseenergin går förlorad i kollisionen?

Problem till vilket en fullständig redovisning av lösningen krävs (5 p)

20. Man vill mäta höjden på en byggnad genom att släppa en kula från taket och lyssna efter ljudet från dess nedslag i marken. Man mäter tiden T från det kulan släpps från byggnadens tak till det att ljudet från nedslaget når upp till samma ställe som kulan släpptes från. Uttryck byggnadens höjd h i termer av T , tyngdaccelerationen g och ljudhastigheten c , då luftmotståndet på kulan är försumbart.

För full poäng krävs

- Motivering av metod och använda ekvationer, gärna också med figur(er);
- Förenkling av resultatet så långt möjligt;
- Kontroll av dimension och rimlighet hos resultatet.

Diverse storheter och konstanter som eventuellt kan vara användbara:

| | |
|--------------------------------------|--|
| Plancks konstant | $h \approx 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$ |
| Newtons gravitationskonstant | $G \approx 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2\text{kg}^{-2}$ |
| Tyngdaccelerationen vid jordytan | $g \approx 9.82 \text{ m/s}^2 \approx 10 \text{ m/s}^2$ |
| Jordens massa | $M_{\oplus} \approx 5.97 \times 10^{24} \text{ kg}$ |
| Jordens radie | $R_{\oplus} \approx 6371.0 \text{ km}$ |
| Protonmassan | $m_p \approx 1.67262 \times 10^{-27} \text{ kg}$ |
| Neutronmassan | $m_n \approx 1.67493 \times 10^{-27} \text{ kg}$ |
| Elektronmassan | $m_e \approx 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ |
| Elektronladdningen | $q_e \approx -1.6022 \times 10^{-19} \text{ C}$ |
| Ljushastigheten | $c = 299792458 \text{ m/s} \approx 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$ |
| Dielektricitetskonstanten för vacuum | $\epsilon_0 \approx 8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Jm}$ |
| Ljudets hastighet i luft | $v_s \approx 340 \text{ m/s}$ |
| Normalt lufttryck vid jordytan | $p \approx 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ |
| Avogadros tal | $N_A = 1 \text{ mol} \approx 6.022 \times 10^{23}$ |
| Enheten elektronvolt | $1 \text{ eV} \approx 1.6022 \times 10^{-19} \text{ J}$ |
| Boltzmanns konstant | $k \approx 1.38065 \times 10^{-23} \text{ J/K}$ |
| Allmänna gaskonstanten | $R = N_A k$ |