

Chalmers — KTH

Chalmers: Arkitektur och teknik — Kemiteknik med fysik — Teknisk fysik — Teknisk matematik
KTH: Elektroteknik — Farkostteknik — Simuleringsteknik och virtuell design — Teknisk fysik

Matematik- och fysikprovet 2014 Fysikdelen

Provtid: 2h.

Hjälpmedel: inga.

På sista sidan finns en lista över fysikaliska konstanter m.m. 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.

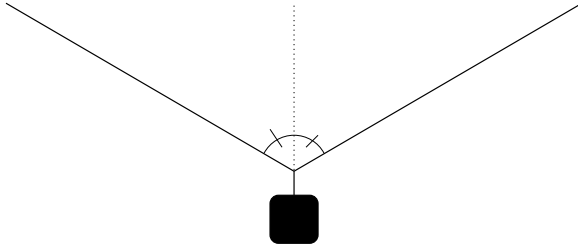
Svar på uppgifterna 1-19 lämnas på utdelat svarsformulär, uppgift 20 på lösblad.

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

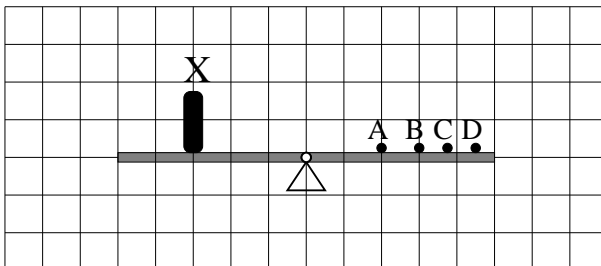
Ett svarsalternativ skall anges på varje fråga.

1. En vikt med massan m hålls i vila med hjälp av två lätta rep. Den påverkas också av tyngkraften. Repen bildar vinkeln 60° mot vertikalen. Hur stor är spänningen i vardera repet?

- A. $\frac{1}{\sqrt{3}}mg$ B. mg C. $\frac{2}{\sqrt{3}}mg$ D. $2mg$



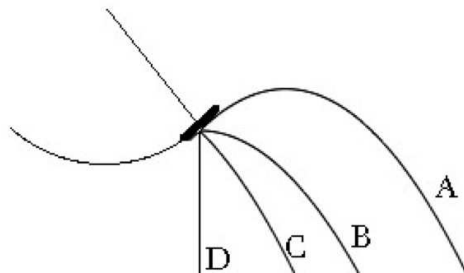
2. En gungbräda med vikten 10 kg (jämnt fördelad längs dess längd) och längden 5.0 m är upphängd i sin mittpunkt. Barnet X, som väger 40 kg, sitter 1.0 m från ena änden. Barnet Y väger 60 kg. I vilken av punkterna A, B, C eller D skall Y sitta för att gungbrädan skall vara i jämvikt?



3. En sträng på ett musikinstrument har en grundton med frekvensen 200 Hz. Strängen har en defekt som gör att frekvensen för dess fjärde överton är 1% för hög. Vilken frekvens har den svängning som uppstår när strängen klingar tillsammans med en annan sträng som har frekvensen 1000 Hz?

- A. 0.2 Hz B. 1 Hz C. 5 Hz D. 10 Hz

4. Ett barn gungar på en gunga, och har en boll i handen. När gungan är vid sin högsta punkt släpper barnet bollen (utan att kasta iväg den). Vilket av alternativen A, B, C och D beskriver bäst bollens bana?

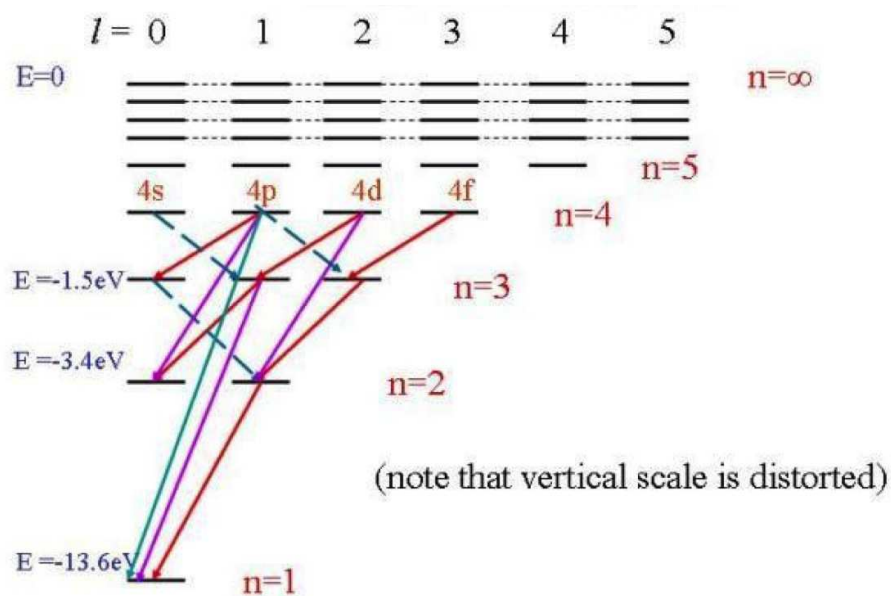


5. Två bollar kastas upp samtidigt från jordytan med samma fart, det ena (boll X) med vinkeln 45° mot horisontalplanet, det andra (klot Y) med vinkeln 60° mot horisontalplanet. Vilket klot landar först (dvs. efter kortast tid)? Vilket klot landar längst från utgångspunkten? Luftmotståndet är försumbart. Vilket av följande påståenden är korrekt?

- A. Boll X landar först och når längst.
B. Boll Y landar först och når längst.
C. Boll X landar först, boll Y når längst.
D. Boll Y landar först, boll X når längst.

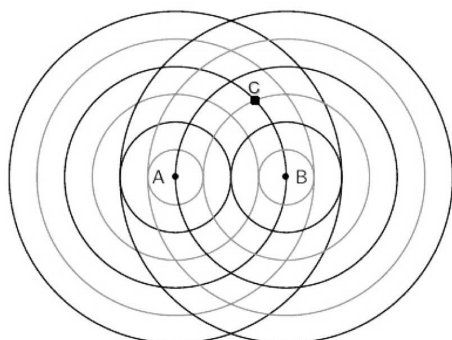
6. Figuren visar energinivåer för en väteatom. I vilken del av det elektromagnetiska spektrat ligger det ljus som sänds ut av en övergång från det andra exciterade tillståndet ($n = 3$) till grundtillståndet?

- A. lågfrekventa radiovågor B. infrarött ljus C. ultraviolet ljus D. röntgenstrålning



7. Två ljudkällor A och B har vardera en utsträckning som är mycket mindre än våglängden λ för det ljud de sänder ut. De är i fas med varandra och befinner sig på avstånd 2λ från varandra. I figuren visas en ögonblicksbild då ljudvågen som kommer från vardera källan har ett maximum på de svarta cirkelarna och ett minimum på de grå. En liten mikrofon sätts i punkten markerad C. Vad registrerar den?

- A. Ett ljud med samma frekvens och amplitud som sänds ut från var och en av källorna.
- B. Ett ljud med samma frekvens som sänds ut från var och en av källorna men dubbelt så stor amplitud.
- C. Ett ljud med samma amplitud som sänds ut från var och en av källorna men dubbelt så stor frekvens.
- D. I stort sett inget ljud alls.

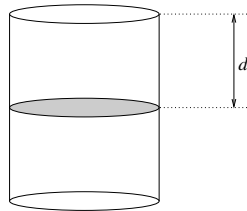


8. Venus radie är ungefär 0.95 jordradier, och dess massa c:a 0.815 gånger jordens. Flykthastigheten från jorden (dvs. den hastighet en kropp behöver minst ges vid jordytan för att, luftmotståndet försummat, inte falla tillbaka till jorden) är 11.2 km/s. Hur stor är flykthastigheten från Venus?

- A. 8.67 km/s B. 9.13 km/s C. 9.60 km/s D. 10.4 km/s

9. En homogen cirkulär cylindrisk kropp står på ett plant underlag. Låt d beteckna det vertikala avståndet från cylinderns toppyta till en tänkt horisontell cirkelyta S_d som skär kroppen. Hur beror trycket $p(d)$ på ytan S_d av avståndet d ? (Man får anta att den vertikala kraften fördelar sig jämnt över ytan.)

- A. $p(d)$ är oberoende av d .
B. $p(d)$ är proportionellt mot d .
C. $p(d)$ är proportionellt mot d^2 .
D. $p(d)$ är proportionellt mot d^3 .



10. En elektron kommer med solvinden in i jordens magnetfält med en fart 400 km/s. Om styrkan på magnetfältet är 4.0×10^{-5} T, och det är vinkelrätt mot elektronens hastighet, vilken krökningsradie får elektronens bana?

- A. 6 nm B. 6 cm C. 6 km D. 6×10^8 m

11. En tunn konvex lins undersöks i en optisk bänk. En skärm placeras på avståndet 3.6 m från ett föremål. Då linsen placeras på ett lämpligt ställe mellan föremålet och skärmen erhålles på skärmen en skarp bild som är dubbelt så stor som föremålet. Hur stor är den undersökta linsens brännvidd?

- A. 80 cm B. 120 cm C. 180 cm D. Kan ej avgöras utan ytterligare information.

12. Energin som frigörs från solen orsakas av kärnprocesser i solens inre, då väte omvandlas till helium. Man kan som en förenklad reaktionsmekanism tänka sig att två protoner och två neutroner bildar en heliumkärna. Varfr frigörs energi vid denna process?

- A. Heliumkärnan är tyngre än protoner och neutroner och därför frigörs potentiell energi när den faller in mot solens centrum.
B. Massan hos heliumkärnan är mindre än den sammanlagda massan av protonerna och neutronerna och därför frigörs energi när heliumkärnan bildas.
C. Vid kollisionerna mellan protonerna och neutronerna frigörs värmeenergi.
D. Neutroner har större massa än protoner vilket gör att energi frigörs vid sammanslagningen.

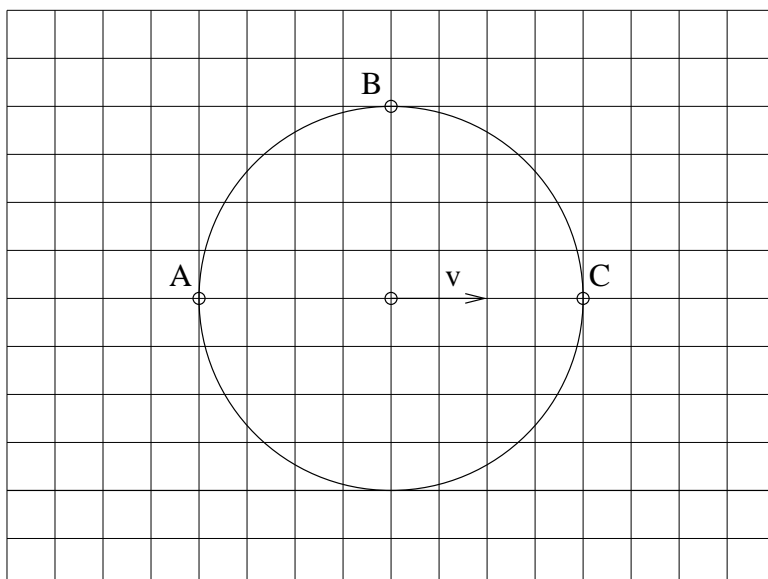
13. Enligt den sida på wikipedia som beskriver partikelacceleratorn LHC (Large Hadron Collider) accelereras protoner till en energi av 7 TeV $\approx 1.12 \mu\text{J}$. Det anges också att protonerna då har

en fart på ungefär $0.999999991c$. På CERN:s egen websida har det å andra sidan uppgivits att protonerna får en fart på $0.9999c$. Vilken fart har en proton med en energi på 7 TeV?

- A. $0.9 c$ B. $0.9999 c$ C. $0.999999991 c$ D. $0.9999999999991 c$

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

14. Ett cykelhjul rullar utan att glida, och cykeln har hastigheten v som visas i figuren. Rita in hastigheterna relativt marken för punkterna A, B och C på hjulets periferi.



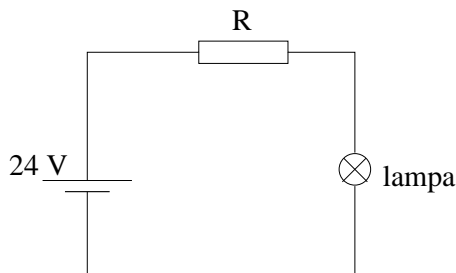
15. En cylinder innehåller en viss mängd luft vid rumstemperatur, 20°C . Den vänstra bilden visar kolvens läge då en kraft F verkar på den. I den högra figuren innehåller cylindern samma mängd luft och samma kraft verkar. Vilken är då luftens temperatur?



16. Från de fundamentala konstanterna ljushastigheten c , Plancks konstant h och Newtons gravitationskonstant G kan man bilda en naturkonstant med dimension massa. Ange ett uttryck för den.

17. Ett vattenkraftverk har en fallhöjd på 50 m. Vattenflödet är $500 \text{ m}^3/\text{s}$. Hur stor effekt ger kraftverket om verkningsgraden är 75%?

18. En glödlampa utvecklar effekten 12 W när den kopplas till ett batteri med spänningen 6 V . En person har bara tillgång till ett batteri på 24 V , och försöker koppla in motstånd för att inte lampan skall gå sönder. Hur stor skall resistansen R hos motståndet i figuren vara för att spänningen över lampan skall vara 6 V ?



19. En bil startar från stillastående och har sedan en konstant acceleration framåt med 1.0 m/s^2 .

i) Hur stor är bilens medelhastighet \bar{v} från början av accelerationen tills den har färdats 200 m ?

ii) Hur stor är bilens hastighet v_0 då den färdats 200 m ?

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

20. Två metallkuler, vardera med radien a och massan m , är elektriskt laddade med samma laddning q . De befinner sig inne i ett vertikalt rör som ger den övre kulan möjlighet att röra sig i vertikal led, men fixerar kulorna i horisontell led. Den undre kulan är helt fixerad. (Rörets elektriska egenskaper skiljer sig försumbart från luftens, så det påverkar inte det elektriska fältet.)

i) Hur stor behöver q vara för att den övre kulan skall kunna "sväva" över den undre utan att vidröra den?

ii) Uppskatta (på en 10-potens när) hur stor laddningen behöver vara då kulorna är stålkuler med radien 1.0 cm och massan 33 g .

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	$R_{\oplus} \approx 6371.0 \text{ km}$
Jordens avstånd från solen	c:a $1 \text{ AU} \approx 1.50 \times 10^{11} \text{ m}$
Solens massa	$M_{\odot} \approx 1.99 \times 10^{30} \text{ kg}$
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	$c = 299792458 \text{ m/s} \approx 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$
Enheten ljusår	$1 \text{ ly} \approx 9.46 \times 10^{15} \text{ m} \approx 6.32 \times 10^4 \text{ AU}$
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	$p \approx 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$
Luftens densitet vid havsnivån	c:a 1.2 kg/m^3
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	$R = N_A k$