

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 2013 Fysikdelen

Provtid: 2h.

Hjälpmedel: inga.

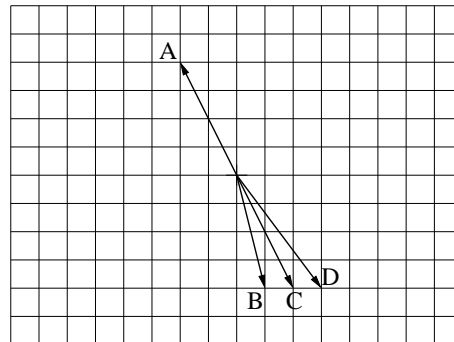
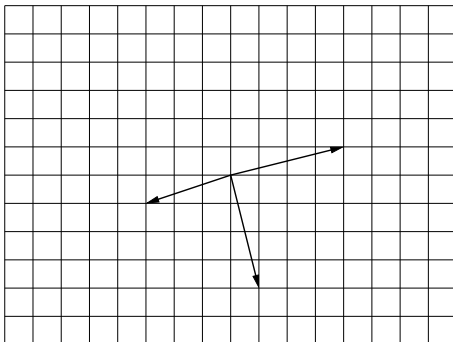
På sista sidan finns en lista över fysikaliska konstanter m.m. som eventuellt kan vara användbara. På uppgifter där numeriskt svar efterfrågas räcker det med en eller två signifikanta siffror, beroende på antalet signifikanta siffror i de givna storheterna. Glöm inte att i förekommande fall ange enhet i dina svar.

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

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

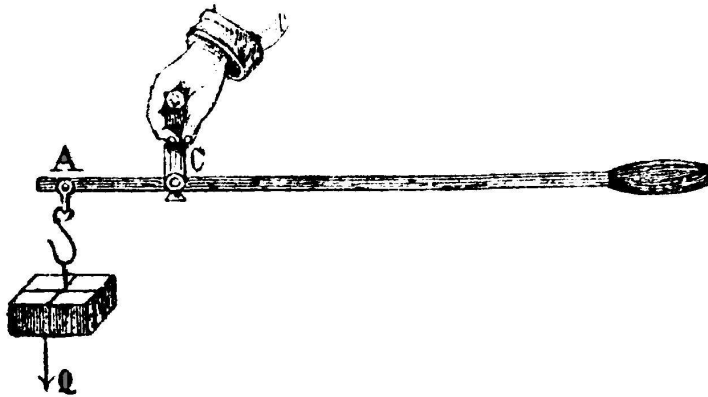
Ett svarsalternativ skall anges på varje fråga, utom på frågorna 6 och 10, där mer än ett alternativ eventuellt kan vara rätt.

1. En kropp påverkas av de tre krafter som visas i vänstra figuren. Vilken kraft i den högra bilden behöver läggas till för att jämvikt skall uppnås?



2. Ett besman (en balansvåg) används som på bilden nedan, hämtad ur Nordisk familjebok (1905). Antag att besmanets totala vikt är 2.0 kg och att dess tyngdpunkt ligger 50 cm till höger om punkten **A**. Om besmanet balanseras då avståndet **AC** är 10 cm, hur stor är då det vägda föremålets vikt?

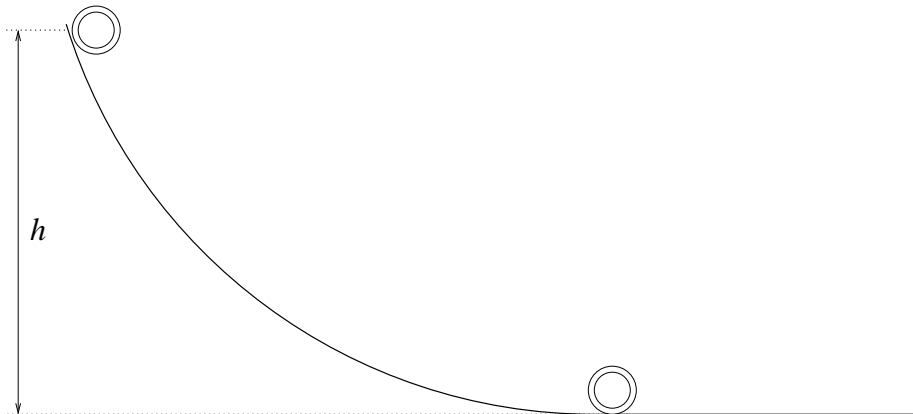
A. 0.40 kg B. 0.50 kg C. 8.0 kg D. 10 kg



3. I ett experiment skall en energimängd uppmätas. Man har avgjort att de enda viktiga storheterna som möjligen kan påverka resultatet är två laddningar q_1 och q_2 och en sträcka s . Om experimentet upprepas med samma sträcka s , men dubbelt så stora värden på q_1 och q_2 , hur stort blir den uppmätta energin jämfört med den i det ursprungliga experimentet?

- A. Hälften så stor. B. Dubbelt så stor. C. Fyra gånger så stor.
 D. Kan ej avgöras utan ytterligare information.

4. En cylinder rullar utan att glida nedför en backe. Den släpps från höjden h . Vilken är dess fart då den kommit ned? Cylinderns massa kan tänkas vara helt koncentrerad till radien R , som är cylinderns radie.



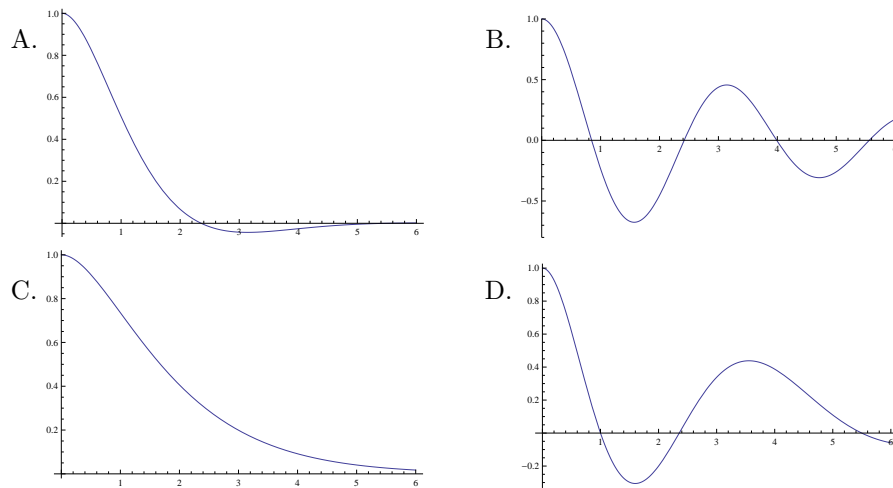
- A. \sqrt{gh} B. $\sqrt{2gh}$ C. $\sqrt{2gh}$ m/s D. $\sqrt{\frac{2gh}{R}}$ m/s

5. En person gungar på en gunga. I handen har hon en boll. Gungans största vinkelutslag från viloläget är 60° , och det kan förutsättas att personen för tillfället gungar "passivt", dvs. varken tar fart eller bromsar gungan. I det ögonblick då gungans vinkelutslag är 30° och på väg uppåt

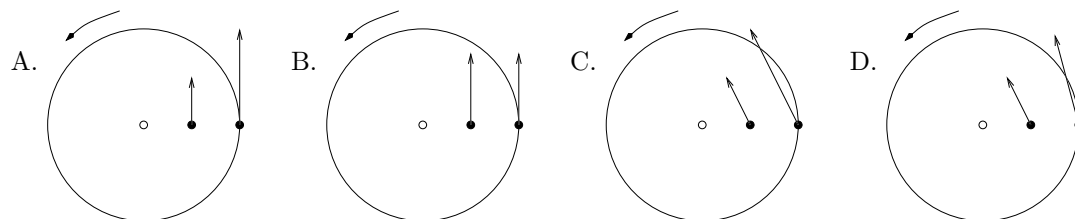
släpper personen bollen utan att kasta den. Hur högt når bollen i sin bana, jämfört med hur högt den hade nått då gungan befann sig i sitt högsta läge, om personen hållit kvar den i handen?

- A. Högre än om den inte hade släppts
- B. Lika högt som om den inte hade släppts
- C. Lägre än om den inte hade släppts
- D. Det går inte att avgöra vilket av alternativen A-C som är riktigt utan ytterligare information

6. En dörr är försedd med en stängningsanordning som dels ger ett återförande vridmoment som är proportionellt mot dörrens öppningsvinkel, dels ett bromsande vridmoment som är proportionellt mot dörrens vinkelhastighet. Dörrens släpps från vila i ett öppet läge. Vilka av graferna nedan kan beskriva dörrens utslagsvinkel (vertikal axel) som funktion av tiden (horisontell axel)? (Flera alternativ kan vara möjliga, dock minst ett.)

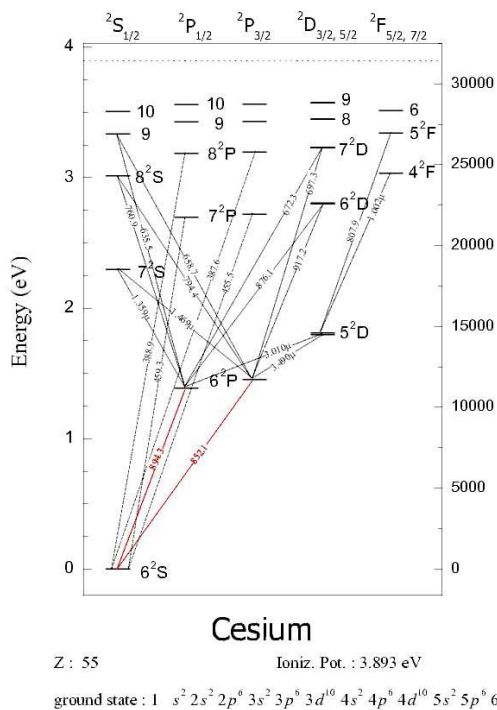


7. En cirkulär skiva roterar motsols med en vinkelhastighet som ökar linjärt med tiden, $\omega = \alpha t$. Vilken av bilderna kan illustrera accelerationen för två punkter på skivan vid en viss tidpunkt?

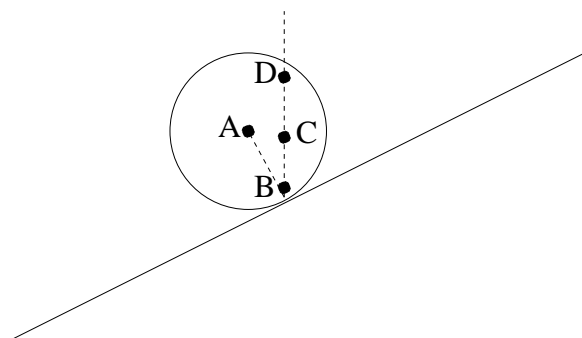


8. Figuren visar energinivåer och övergångar i cesium. I vilken enhet är siffrorna längs diagrammets högra kant angivna?

- A. keV B. MHz C. GHz D. cm^{-1}



9. En cylinder kan rulla utan glidning på ett sluttande plan. Cylindern är inhomogen och har ett masscentrum som inte nödvändigtvis ligger på den geometriska symmetriaxeln. I ett visst läge, skissat i figuren, har den ett stabilt jämviktsläge. I vilken av punkterna **A-D** kan cylinderns masscentrum ligga?



10. Vilka av följande påståenden är korrekta? (Flera alternativ kan vara möjliga, dock minst ett.)

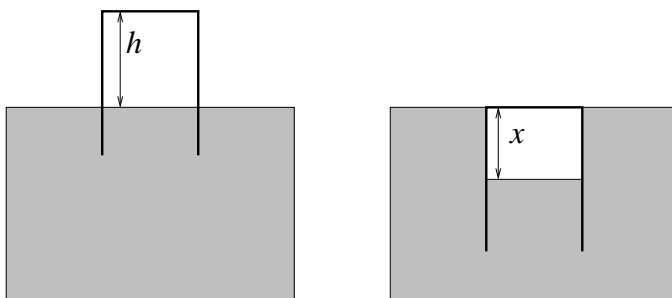
A. Keplers banbrytande arbete visade att jorden är rund.

B. Kvantmekaniken, till skillnad från Newtons mekanik, tillåter att ett system befinner sig i mer än ett energitillstånd samtidigt.

C. Tankeöverföring är ett experimentellt välbekräftat fenomen.

D. Den kosmiska bakgrundsstrålningen härrör från den tid i universums utveckling då materien övergick från plasma till atomer.

11. En burk med raka sidor hålls delvis nedsänkt i vatten med öppningen nedåt. Från början är vattenytan inne i burken i nivå med vattenytan utanför, och höjden av luftpelaren i burken är h (första figuren). Sedan trycks burken långsamt ned i vattnet, så att dess övre begränsningsyta är i nivå med vattenytan (andra figuren). Hur hög är då luftpelaren i burken? Svaret, längden x , skall uttryckas i termer av h samt (vid behov) det yttre lufttrycket p_0 , vattnets densitet ρ och tyngdaccelerationen g . (Luften i burken får förutsättas ha samma temperatur som från början.)



A. $x = \frac{\rho g}{2p_0} \left(\sqrt{1 + \frac{4p_0 h}{\rho g}} - 1 \right)$

B. $x = \frac{\rho g}{2p_0} \left(\sqrt{1 + \frac{4p_0 h}{\rho g}} + 1 \right)$

C. $x = \frac{p_0}{2\rho g} \left(\sqrt{1 + \frac{4\rho g h}{p_0}} - 1 \right)$

D. $x = \frac{p_0}{2\rho g} \left(\sqrt{1 + \frac{4\rho g h}{p_0}} + 1 \right)$

12. Många kometer med långa omloppstider, t.ex. kometen Hale–Bopp, som var synlig från jorden 1995, härrör från det s.k. Oort-molnet, i solsystemets utkanter. Låt oss antaga att en komet är ungefärligen i vila då den befinner sig i Oort-molnet, 0.05 ljusår från solen. Vilken ungefärlig fart har den då den är nära jorden?

A. c:a 0.4 km/s

B. c:a 40 km/s

C. c:a 4000 km/s

D. Kan ej avgöras

13. Den första linjära elektronacceleratorn för medicinskt bruk användes vid Hammersmith Hospital i London 1953. Den accelererade elektroner genom en potentialskillnad på 8 MV. Hur stor hastighet får en elektron som accelereras från vila av ett sådant elektriskt fält?

A. 0.998 c

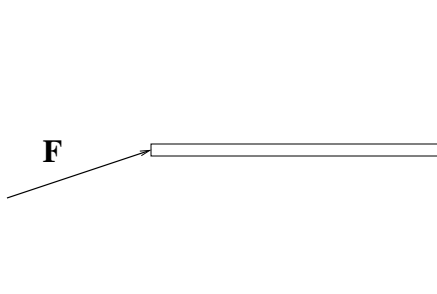
B. 0.98 c

C. 0.8 c

D. Det beror på vilken sorts elektroner som används

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

14. En rak och homogen pinne med massan m trycks mot en vägg med hjälp av en kraft \mathbf{F} . Pinnen är horisontell och vinkelrät mot väggen. Om friktionskoefficienten mellan pinnen och väggen är μ , hur stor måste den horisontella komponenten av \mathbf{F} minst vara för att inte pinnen skall falla ned?



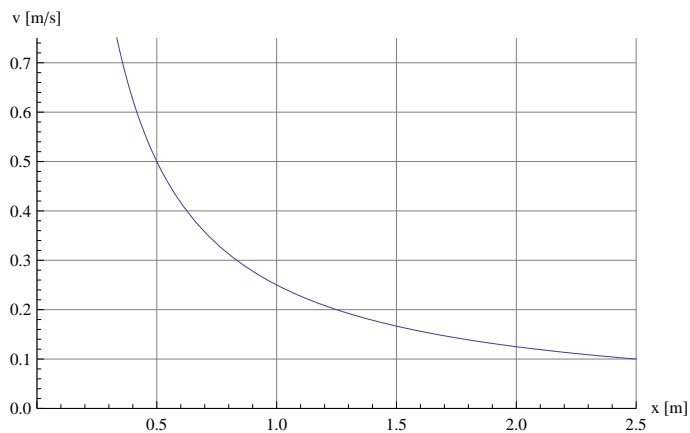
15. En elektrisk krets bildas av kanterna på en kub, där varje kant har motståndet R . Hur stort är motståndet mellan två motsatta hörn i kuben?

16. En tunn konvex lins undersöks i en optisk bänk. En skärm placeras på avståndet 1.8 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?

17. Sveriges årliga elförbrukning är c:a 140 TWh. Om man tänker sig att denna energimängd skall produceras genom att omvandla massa till energi (t.ex. genom fission eller fusion), hur stor massa behöver omvandlas (utan hänsyn till förluster)?

18. En rymdfarkost med vilolängden 100 m färdas med farten $0.60c$ genom ett hål i en asteroid. Asteroidens diameter, dvs. hålets längd, är också 100 m. För en observatör i vila på asteroiden, hur långt in i asteroiden befinner sig rymdskeppets bakre ände exakt samtidigt som den främre änden kommer ut på asteroidens andra sida?

19. Grafen nedan visar hastigheten $v(x)$ som funktion av x -koordinaten för en partikel som rör sig längs en linje. Funktionen är $v(x) = k/x$, där k är en konstant med värdet $k = 0.25 \text{ m}^2/\text{s}$. Hur lång tid tar det för partikeln att komma från $x = 1.0 \text{ m}$ till $x = 2.0 \text{ m}$?



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

20. Detta problem handlar om en “slänggunga”, en typ av åkattraktion som finns på många nöjesparker. De numeriska värdena som används här är hämtade från det s.k. *Himmelskibet* som finns på Tivoli i Köpenhamn (se bilden). Radien R från centrum till de punkter där gungornas linor är fästade är 7.0 m, och gungorna hänger i linor med längden $\ell = 8.0$ m. Linornas massa kan för enkelhets skull försummas. Anordningen som gungorna är förbundna med (“stjärnan”) kan både rotera och röra sig i vertikal led. Här betraktar vi endast rotationsrörelsen. Antag att rotationen sker med konstant vinkelhastighet ω , och att gungorna har hunnit ställa in sig i sitt jämviktsläge, som beskrivs av den vinkel α som linorna bildar med vertikalen.

- Utan att sätta in numeriska värden, härled en ekvation som relaterar vinkeln α till vinkelhastigheten ω (och övriga relevanta storheter).
- Med de numeriska värden som anges ovan, hur stor behöver rotationshastigheten vara (ange i varv/minut) för att linorna till gungorna skall bilda vinkeln 45° med vertikalen?
- I specifikationen till *Himmelskibet* anges rotationshastigheten till 10 varv/minut. Blir vinkeln α större eller mindre än 45° ?

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	$R = N_A k$