

# Chalmers — KTH

Arkitektur och teknik — Elektroteknik — Farkostteknik  
Kemiteknik med fysik — Teknisk fysik — Teknisk matematik

## Matematik- och fysikprovet 2016 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.)

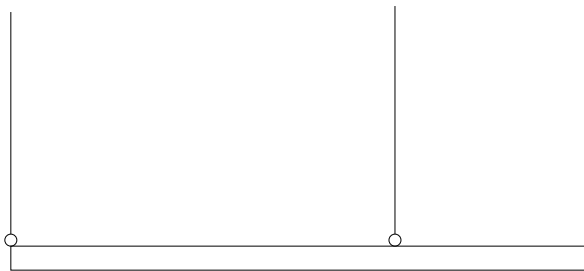
Ett svarsalternativ skall anges på varje fråga.

1. Två vikter faller i vacuum under inverkan av gravitationen. Den tyngre vikten, med massan  $2m$ , befinner sig hela tiden rakt under den lättare, som har massan  $m$ . Vikterna är förbundna med ett snöre. Hur stor är kraften i snöret?

- A. 0      B.  $mg$       C.  $2mg$       D. Det kan inte avgöras med den givna informationen

2. En rak balk med massan 500 kg (jämnt fördelad längs dess längd) och längden 12.0 m är upphängd i två vajrar, den ena vid balkens ena ändpunkt, den andra 8.0 m därifrån. Hur stor blir kraften i den vajer som är fäst i balkens ändpunkt?

- A. 1.2 kN      B. 1.6 kN      C. 2.5 kN      D. 3.7 kN

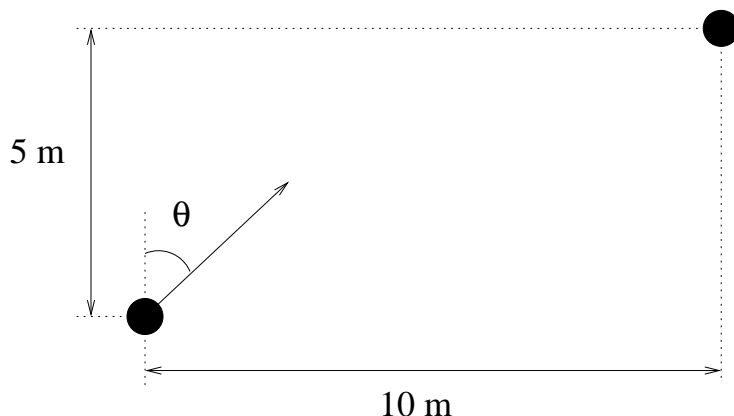


3. En proton och en  $\alpha$ -partikel (en heliumkärna, med två protoner och två neutroner) accelereras båda från vila av en elektrisk spänning 5.0 kV, och får då de kinetiska energierna  $E_p$  respektive  $E_\alpha$ . Hur förhåller sig dessa energier?

- A.  $\frac{E_\alpha}{E_p} = \frac{1}{4}$       B.  $\frac{E_\alpha}{E_p} = \frac{1}{2}$       C.  $\frac{E_\alpha}{E_p} = 2$       D.  $\frac{E_\alpha}{E_p} = 4$

4. En boll släpps från vila, och faller därefter under inverkan av gravitationen (luftmotståndet är försumbart). Samtidigt som den första bollen släpps kastas en annan boll med farten  $v_0$  från en punkt som befinner sig på ett horisontellt avstånd av 10 m från den första bollen, och 5 m nedanför (se figuren). Vilken vinkel  $\theta$  skall den andra bollens utgångshastighet bilda med vertikalen för att den andra bollen skall träffa den första?

- A.  $\theta = 45^\circ$     B.  $\theta = 60^\circ$     C.  $\theta = 90^\circ$     D. Det beror på  $v_0$ .



5. Två likadana kroppar rör sig rakt mot varandra, den ena med hastigheten  $v$  åt höger och den andra med hastigheten  $2v$  åt vänster. De kolliderar och fastnar i varandra, på ett sådant sätt att den resulterande, dubbelt så tunga, kroppen inte roterar efter sammanslagningen. Hur stor del av den rörelseenergi som de två kropparna hade innan de kolliderade går förlorad i stöten?

- A. 70%    B. 80%    C. 90%    D. 100%

6. Energinivåerna för en elektron i en väteatom ges av  $E_n = -\frac{A}{n^2}$ , där  $A$  är en konstant och  $n = 1, 2, \dots$ . Joniseringsenergin för väte är 13.6 eV. I vilket våglängdsområde befinner sig den elektromagnetiska strålning som sänds ut vid övergång från det andra exciterade tillståndet till grundtillståndet?

- A. Röntgenstrålning    B. Ultraviolett ljus    C. Infrarött ljus    D. Mikrovågsstrålning

7. En ljudkälla som sänder ut ett ton med frekvensen 220 Hz närmar sig en stillastående (i förhållande till luften) lyssnare, passerar henne och avlägsnar sig sedan. Vilken fart skall ljudkällan ha för att den ton som lyssnaren hör när ljudkällan närmar sig skall ha en frekvens som är en faktor  $k$  så stor som den hon hör när den avlägsnar sig? ( $v_s$  betecknar ljudets hastighet i luft.)

- A.  $kv_s$     B.  $(k-1)v_s$     C.  $\frac{1}{k+1}v_s$     D.  $\frac{k-1}{k+1}v_s$

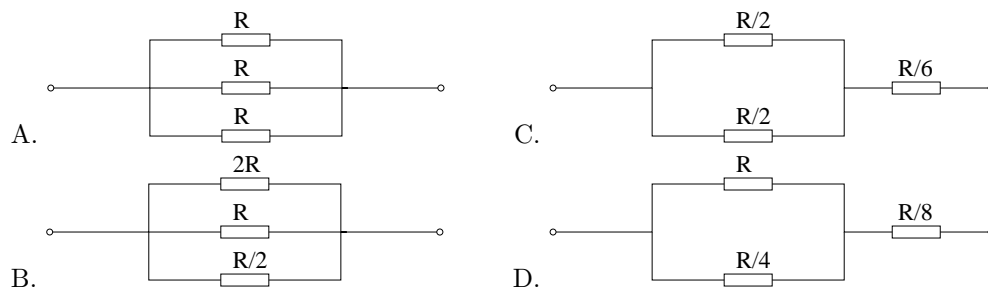
8. Om avståndet mellan jorden och solen vore dubbelt så stort som det är, hur lång skulle jordens omloppstid runt solen vara?

- A.  $\sqrt{2}$  år    B. 2 år    C.  $2\sqrt{2}$  år    D. 4 år

9. Vilket av följande påståenden följer från den ideala gaslagen (ibland kallad "allmänna gaslagen")?

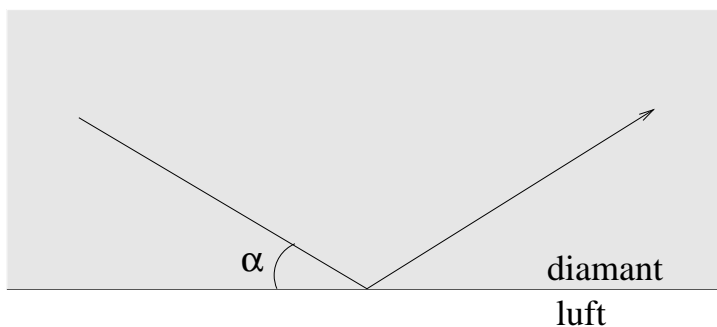
- A. Om volymen för en viss mängd av en gas halveras, måste trycket fördubblas.
- B. Om temperaturen i en viss mängd gas med konstant volym fördubblas, måste trycket fördubblas.
- C. Om temperaturen i en viss mängd gas med konstant volym fördubblas, måste trycket halveras.
- D. Inget av alternativen A, B eller C.

10. Vilken av de fyra elektriska kretsarna har lägst resistans mellan kontakterna till höger och vänster?



11. Diamant har brytningsindex 2.42. En ljusstråle färdas inne i en diamant och träffar en gränssyta mot luft. Vilket av alternativen beskriver det villkor vinkeln  $\alpha$  ( $0 < \alpha \leq 90^\circ$ ) i figuren skall uppfylla för att totalreflektion skall uppstå?

- A.  $\sin \alpha < 0.413$
- B.  $\sin \alpha > 0.413$
- C.  $\cos \alpha < 0.413$
- D.  $\cos \alpha > 0.413$



12. Andromedagalaxen befinner sig på ett avstånd av c:a 2.5 miljoner ljusår från jorden. Antag att galaxen strålar ut lika mycket ljus i alla riktningar, och att mycket litet ljus absorberas på vägen. Ungefär hur stor del av det ljus som Andromedagalaxen sänder ut når jorden?

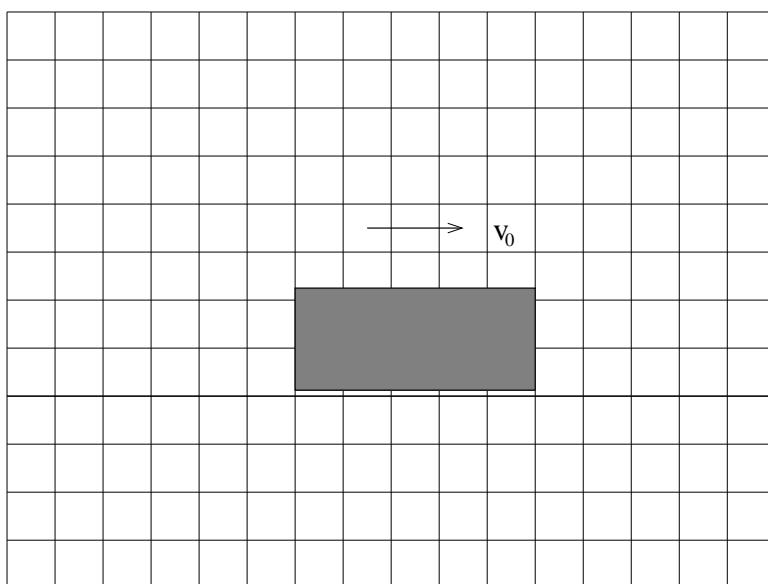
- A.  $10^{-96}$     B.  $10^{-64}$     C.  $10^{-32}$     D. 1

13. Om man antar att avståndet mellan Vintergatan och Andromedagalaxen är typiskt för närmsta granngalaxer, vilken uppskattning av antalet galaxer i det synliga universum skulle det leda till?

- A.  $10^{11}$     B.  $10^{23}$     C.  $10^{35}$     D.  $\infty$

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

14. En kropp med massan  $m$  glider i ett visst ögonblick med farten  $v_0$  på ett plant underlag. Friktionskoefficienten mellan kropp och underlag är  $\mu$ . Rita in samtliga krafter som verkar på kroppen (utom eventuellt luftmotstånd, som kan antagas försumbart), och ange deras storlek.



15. Enheten för elektrisk kapacitans, F (Farad), är inte en grundenhet i SI-systemet. Uttryck den i termer av grundenheterna meter (m), sekund (s), kilogram (kg) och Ampère (A).

16. Flödet i en liten å är  $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$ . Ett vattenfall i ån har höjden 1.5 m. Med en total verkningsgrad på 40%, vilket effekt kan ett litet vattenkraftverk, konstruerat i fallet, tillföra det lokala elnätet?

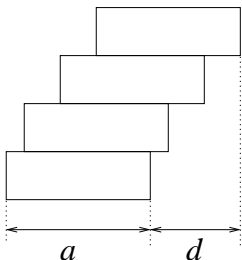
17. En massa rör sig längs  $x$ -axeln under påverkan av en fjäderkraft, så att dess läge som funktion av tiden ges av  $x(t) = A \cos(\omega t + \alpha)$ , där  $A$ ,  $\omega$  och  $\alpha$  är konstanter. Vad blir  $\sqrt{\langle v^2 \rangle}$ , dvs. roten ur tidsmedelvärdet av hastigheten i kvadrat, under ett helt antal perioder?

18. Albert Einstein formulerade flera av sina tankeexperiment kring den speciella relativitetsteorin i termer av tåg, som tänktes röra sig med relativistiska hastigheter.

Ett tåg är, när det står stilla vid en järnvägsstation, precis lika långt som en perrong vid stationen. Denna längd betecknas  $\ell$ . Vi betecknar ändpunkterna på perrongen **A** och **B** enligt figuren, och tågets främre och bakre ändar **A'** resp. **B'**. Låt nu istället tåget röra sig framåt och passera perrongen med farten  $\frac{4}{5}c$ , där  $c$  är ljushastigheten. Beräkna tidsskillnaden  $\Delta\tau$ , definierad som den tid som förflyter i tågets inertialsystem från det att **A'** passerar **B** till det att **B'** passerar **A**. (Svaret skall uttryckas i termer av  $\ell$  och  $c$ .)

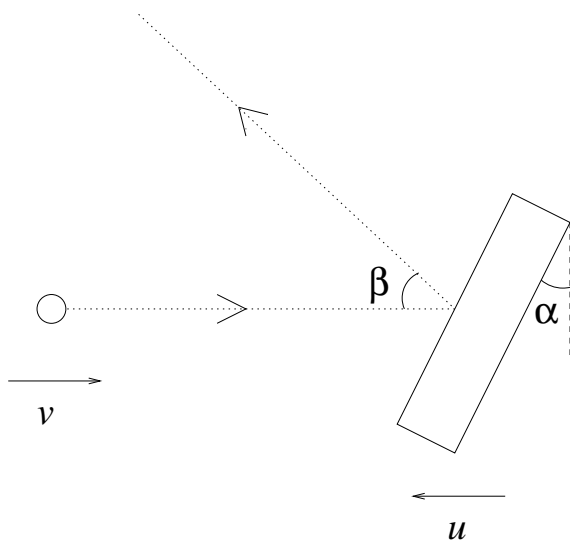


19. Fyra likadana homogena tegelstenar med längden  $a$  staplas på varandra som i figuren (ingen av stenarna är alltså vriden i förhållande till de andra). Ange den teoretiska övre gränsen för "överhänget"  $d$ .



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

20. En liten boll med massan  $m$  har hastigheten  $v$  åt höger. Den träffar en mycket tung kropp som är på väg åt vänster med hastigheten  $u$ . Bollen studsar elastiskt mot en yta på kroppen som bildar vinkeln  $\alpha$  med vertikalen. I vilken riktning rör sig bollen efter stöten, dvs. vad blir vinkeln  $\beta$  i figuren? Hur stor är bollens fart efter stöten? (Kroppen är så mycket tyngre än bollen att dess hastighetsförändring p.g.a. stöten kan försummas.)



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	$M_{\odot} \approx 1.99 \times 10^{30} \text{ kg}$
Månens massa	$M_{\text{M}} \approx 7.35 \times 10^{22} \text{ kg}$
Månens avstånd till jorden	c:a $384\,000 \text{ km}$
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	$c = 299\,792\,458 \text{ m/s} \approx 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$
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 $1.2 \text{ kg/m}^3$
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	$R = N_A k$