

Chalmers — KTH

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

Matematik- och fysikprovet 2017 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.)

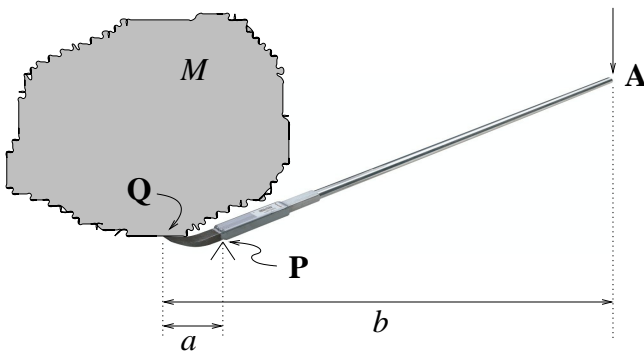
Ett svarsalternativ skall anges på varje fråga.

1. En liten sten kastas från markhöjd snett uppåt med en fart v i en riktning som bildar vinkeln 45° mot vertikalen. Marken är plan. Hur långt från utgångspunkten landar den, om luftmotståndet är försumbart?

- A. $\frac{v}{2g}$ B. $\frac{v}{g}$ C. $\frac{v^2}{2g}$ D. $\frac{v^2}{g}$

2. En tung sten med massan M skall flyttas, och man börjar med att bända med ett spett enligt figuren. Spettet vilar på en fast punkt i **P** och verkar med en vertikal kraft på stenen i **Q**. Om en person med massan m lägger sin tyngd på spettet i dess ände **A**, hur stor måste m vara för att rubba stenen?

- A. $m \geq M$ B. $m \geq M \frac{a}{b}$ C. $m \geq M \frac{1}{\frac{b}{a}-1}$ D. $m \geq M \frac{b}{a}$



3. Antag att luftmotståndskraften på en kropp är proportionell mot dess fart genom luften, och i övrigt bara beror på kroppens form (inklusive dess storlek). En kropp som släpps från hög höjd kommer att accelereras nedåt, men dess nedåtriktade hastighet närmar sig så småningom en viss gränshastighet v_0 . För olika kroppar med samma storlek och form, men olika massa m , vad gäller för gränshastigheten v_0 ?

- A. v_0 är proportionell mot m .
- B. v_0 är omvänt proportionell mot m .
- C. v_0 är oberoende av m .
- D. Inget av alternativen A, B eller C.

4. En bil med massan 1 ton accelereras på en raksträcka från vila till farten 10 m/s under tidsrymden 5 s. Hur stor är medelkraften på bilen under accelerationen?

- A. 0.2 kN
- B. 0.4 kN
- C. 2 kN
- D. 4 kN

5. Två likadana kroppar rör sig rakt mot varandra, den ena med hastigheten u åt höger och den andra med hastigheten v åt vänster ($u > v$). De kolliderar och fastnar i varandra, på ett sådant sätt att den resulterande, dubbelt så tunga, kroppen inte roterar efter sammanslagningen. Vilken hastighet får den sammanslagna kroppen?

- A. $\frac{u+v}{2}$ åt vänster
- B. $\frac{u+v}{2}$ åt höger
- C. $\frac{u-v}{2}$ åt vänster
- D. $\frac{u-v}{2}$ åt höger

6. En kropp med massan m är fäst i en (idealiserad) fjäder med fjäderkonstant k . Den utför svängningar med amplituden A och frekvensen f . Vilken av nedanstående förändringar av parametrarna leder till en svängningsfrekvens som är större än f ?

- A. Massan dubblas, fjäderkonstanten dubblas.
- B. Massan dubblas, fjäderkonstanten halveras.
- C. Massan halveras, fjäderkonstanten dubblas.
- D. Massan halveras, fjäderkonstanten halveras.

7. Ett litet badrum har två mycket hårda väggar på motsatta sidor av rummet, på ett avstånd av 2.55 m. Dessa väggar reflekterar ljud så att ljudvågor har noder vid väggarna. För vilken av nedanstående ungefärliga frekvenser kan en stående våg uppträda mellan väggarna ("resonans")?

- A. 50 Hz
- B. 100 Hz
- C. 150 Hz
- D. 200 Hz

8. Storleken på en väteatom är c:a 10^{-10} m (1 Å). Detta kan betraktas som osäkerheten för läget för elektronen i väteatomen. Ungefär hur stor måste osäkerheten i elektronens hastighet minst vara?

- A. 1 m/s
- B. 10^3 m/s
- C. 10^6 m/s
- D. 10^9 m/s

9. En behållare som rymmer 1.0 liter fylls med luft av rumstemperatur (20°C) och normalt atmosfärstryck. Den komprimeras sedan till halva volymen, och kyls till -53°C . Vad är då trycket i luften?

- A. 6.7×10^4 Pa B. 7.5×10^4 Pa C. 1.0×10^5 Pa D. 1.5×10^5 Pa

10. Angående den så kallade tvillingparadoxen: Enligt den speciella relativitetsteorin uppstår tidsdilatation, så att en klocka som rör sig med farten v "går långsammare" än en klocka i vila. Detta kan uttryckas som $\Delta\tau = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \Delta t$, där $\Delta\tau$ är tiden för klockan i rörelse och Δt för den i vila (i händelser som är simultana för klockan i vila).

Det påstås ibland att detta leder till att en tvilling i ett tvillingpar som företar sig en lång rymdresa med hög hastighet och sedan återvänder till jorden vid återkomsten skulle vara yngre än sin tvilling som stannat hemma. Vilket av påståendena angående "tvillingparadoxen" är riktigt?

- A. Det stämmer att tvillingen som rest är yngre.
B. Eftersom tidsdilatationen är ömsesidig, så kan man lika gärna argumentera för att den tvilling som stannar på jorden är yngre. Detta är en inkonsistens hos speciell relativitetsteori.
C. Om man tar hänsyn till vad som händer när den rymdresande tvillingen vänder för att resa tillbaka, finner man att de i slutändan är lika gamla när hen kommer åter.
D. Inget av ovanstående alternativ.

11. Vilket av följande påståenden är vetenskapligt väl underbyggt?

- A. Det finns en andlig verklighet som vetenskapen aldrig kommer åt.
B. Bortom den för oss synliga delen av universum finns ett otal regioner med olika naturlagar.
C. Evolution, med uppkomst av olika arter, har bara ägt rum på jorden.
D. Inget av påståendena A, B eller C.

12. Tryck anges ibland i den litet föråldrade enheten millimeter kvicksilver (mmHg), det tryck som i jordgravitationen ges av en kvicksilverpelare med höjden 1 mm. Kvicksilver har densiteten 13.6×10^3 kg/m³. Vad är 1 mmHg i SI-enheter?

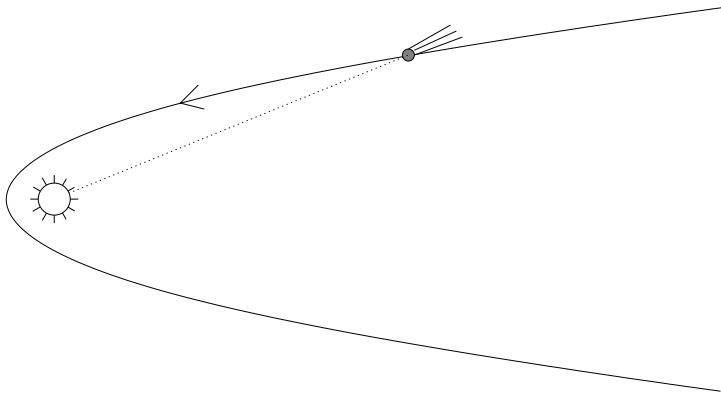
- A. 0.133 Pa B. 133 Pa C. 133 kPa D. 133 MPa

13. En elektron accelereras från vila av ett statiskt elektriskt fält genom en potentialskillnad 0.51 MV. Vilken fart får elektronen?

- A. 3.0×10^7 m/s B. 2.6×10^8 m/s C. 3.0×10^8 m/s D. 4.2×10^8 m/s

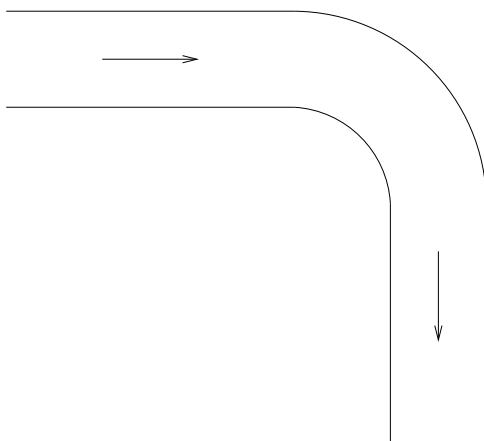
Frågor till vilka endast svar skall ges (6 st., 2 p/uppg.)

14. En komet är på väg in i solsystemet på en bana som kan approximeras med en parabel. Dess påverkan av solvinden och av damm i dess väg är försumbar. Rita i figuren alla krafter som påverkar kometen. (Storlekar och avstånd i figuren är inte skalnliga.)



15. Enheten för effekt, W (watt), är inte en grundenhet i SI-systemet. Uttryck den i termer av grundenheterna. (Grundenheterna i SI-systemet är: meter (m), sekund (s), kilogram (kg), ampère (A), kelvin (K), mol och candela (cd)).

16. Vatten strömmar genom ett rör med tvärsnittsarean 2.0 dm^2 som bildar en 90 graders krök (se figuren). Vattnets fart in och ut ur rördelen är 5 cm/s , samma över hela tvärsnittsarean. Ange storlek och riktning för den yttre kraft som behövs för att hålla (den avbildade delen av) röret stilla.



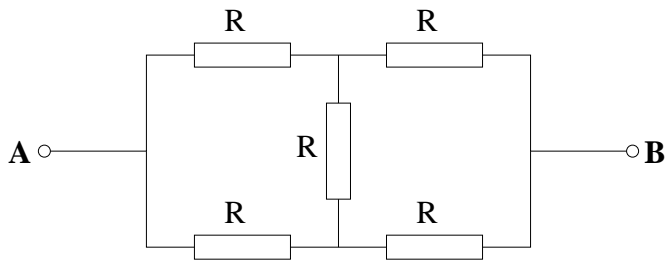
17. En punktpartikel rör sig i rummet så att dess lägesvektor ges av

$$(x(t), y(t), z(t)) = (f(\frac{t}{\tau}), g(\frac{2t}{\tau}), h(\frac{3t}{\tau})) ,$$

där f , g och h är tre periodiska funktioner med period 1, och τ är en konstant. Vad är medelvärdet av hastighetsvektorn från tiden t_0 till tiden $t_0 + \tau$?

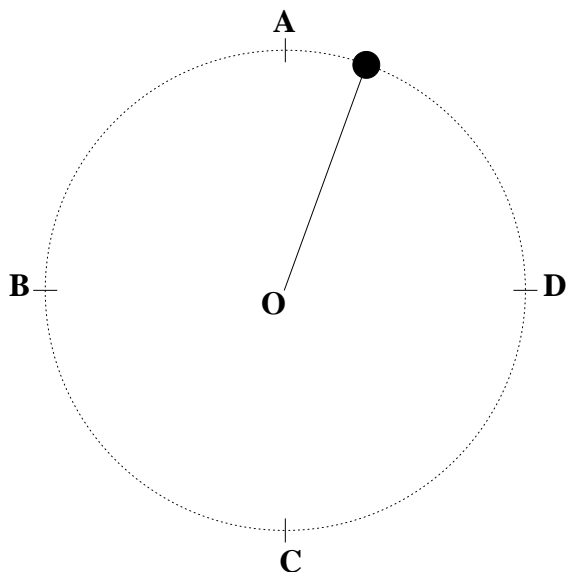
18. En elektron som rör sig i xy -planet under inverkan av ett konstant magnetiskt fält i z -riktningen har kvantmekaniska energinivåer, så kallade Landau-nivåer, som ges av $E_n = (n + \frac{1}{2})\hbar\omega_c$, där ω_c är cyklotronvinkelfrekvensen $\omega_c = qB/mc$. Antag att en foton utsänds då elektronen övergår från nivån $n = 1$ till nivån $n = 0$. Vilken vinkelfrekvens har denna foton?

19. Vad är resistansen mellan **A** och **B** i den idealiserade elektriska kretsen i figuren?



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

20. En kula med massan m är fäst i ett lätt snöre med längden ℓ , vars andra ände sitter fast i en punkt O . Kulan rör sig i en vertikal cirkelbana under inverkan av gravitationen och kraften från snöret (luftmotståndet kan försummas). Dess hastighet är sådan att när den passerar sin högsta punkt (A) är kraften i snöret noll. Bestäm kulans acceleration, till storlek och riktning, i punkterna A , B , C och D . Rita en tydlig figur med dessa accelerationer.



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 | $h \approx 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$ |
| | $\hbar = h/2\pi \approx 1.055 \times 10^{-34} \text{ Js}$ |
| 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 | $M_{\text{J}} \approx 7.35 \times 10^{22} \text{ kg}$ |
| Månens avstånd till jorden | c:a $384\,000 \text{ km}$ |
| Protonmassan | $m_p \approx 1.67262 \times 10^{-27} \text{ kg} \approx 938.272 \text{ MeV}/c^2$ |
| Neutronmassan | $m_n \approx 1.67493 \times 10^{-27} \text{ kg} \approx 939.565 \text{ MeV}/c^2$ |
| Elektronmassan | $m_e \approx 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg} \approx 0.511 \text{ MeV}/c^2$ |
| 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 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 | $R = N_A k$ |