

Chalmers — KTH

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

Matematik- och fysikprovet 2018 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 sten kastas från markhöjd rakt uppåt med farten v . Efter hur lång tid landar den, om luftmotståndet är försumbart?

- A. $\frac{2v}{g}$ B. $\frac{2v^2}{g}$ C. $\frac{v^2}{2g}$ D. $0.2v$ s

2. Tre rep är fästa i en kropp, och de påverkar den med krafterna $(10, 20, 50)$ N, $(-27, 0, 50)$ N och $(-13, -20, -60)$ N. Hur stor är den sammanlagda kraften från repen till beloppet?

- A. 10 N B. 50 N C. 70 N D. 160 N

3. Två asteroider kolliderar i rymden. Vilket av påståendena stämmer alltid med vad som händer under kollisionen?

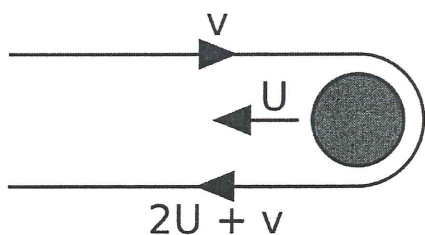
- A. Rörelseenergin är densamma före och efter kollisionen.
B. Rörelsemängden efter kollisionen är mindre än före kollisionen.
C. Rörelseenergin är större efter kollisionen än före kollisionen.
D. Rörelsemängden är densamma före och efter kollisionen.

4. En motorcykel med massan 200 kg accelereras på en raksträcka från vila till farten 100 km/h under tidsrymden 10 s. Hur stor är motorcykelns medelhastighet under denna tid?

- A. 10 km/h B. 50 km/h C. 100 km/h D. Kan ej avgöras

5. Bilden, som är hämtad från wikipedia, visar förenklat principen för en s.k. gravitationsslunga. En rymdfarkost kan utnyttja en planet till att öka sin fart. Detta har använts många gånger, t.ex. med Voyagersonderna, som vid sina passager nära solsystemets gasjättar ökade sina hastigheter så att de kunde lämna solsystemet. Av bilden kan det tyckas att processen skulle strida mot energiprincipen. Vilket av påståendena är korrekt? (Detaljerna i bilden, t.ex. banans form, skall inte tolkas bokstavligt.)

- A. Planetens hastighet minskar en aning. Rörelseenergi överförs från planeten till farkosten.
- B. Processen är omöjlig då den strider mot principen om energins bevarande.
- C. Energin behöver inte bevaras i denna typ av processer, så länge som rörelsemängden är bevarad.
- D. Inget av påståendena A, B eller C.



6. En kropp med massan m är fäst i en (idealiserad) fjäder med fjäderkonstant k . Den utför svängningar med amplituden A och periodtiden T . Man vill bestämma fjäderkonstanten experimentellt genom att observera hur systemet beter sig. Vilket av uttrycken ger värdet på fjäderkonstanten?

- A. $k = 4\pi^2 \frac{m}{AT^2}$
- B. $k = 4\pi^2 \frac{m}{AT}$
- C. $k = 4\pi^2 \frac{m}{T^2}$
- D. $k = 4\pi^2 \frac{m}{T}$

7. Avståndet mellan hopprepets ändrar är c:a 2 m. Hur stor är våglängden för den stående våg som hopprepets bildar?

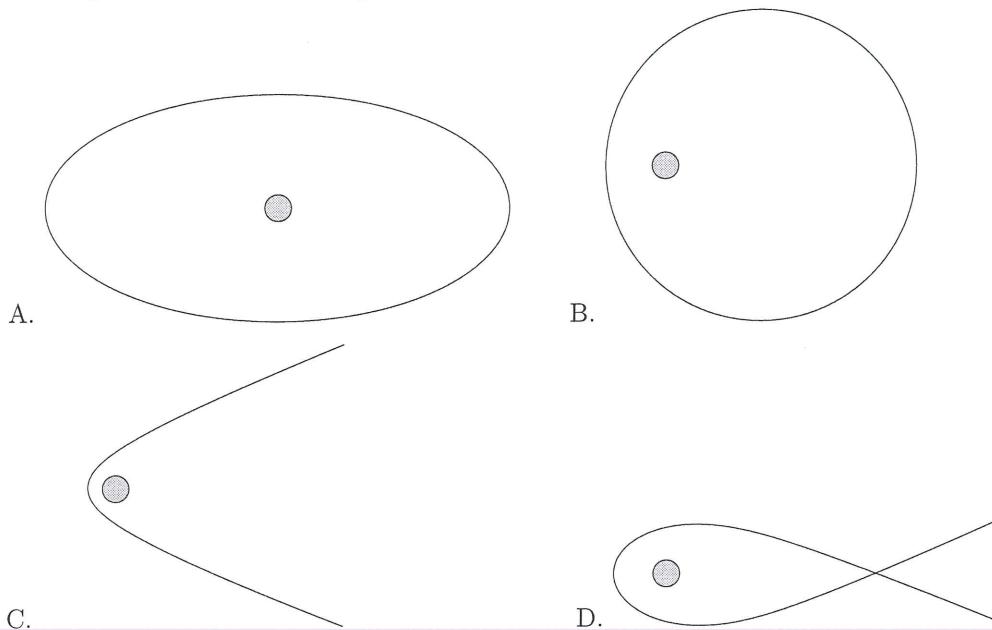
- A. c:a 4 m
- B. c:a 2 m
- C. c:a 1 m
- D. Kan ej avgöras



8. Hur stor yta på jorden täcks av hav?

- A. $3.6 \times 10^4 \text{ km}^2$
- B. $3.6 \times 10^8 \text{ km}^2$
- C. $3.6 \times 10^{12} \text{ km}^2$
- D. $3.6 \times 10^{16} \text{ km}^2$

9. Vilken av bilderna beskriver kvalitativt en möjlig bana för en himlakropp under inverkan av solens gravitationskraft? Den grå cirkelskivan representerar solen.



10. Man vill konstruera en ballong som skall kunna lyfta flera personer som passagerare. Ballongens volym skall vara 2000 m^3 . Vilken av följande alternativa gaser ger störst lyftkraft? I samtliga fall håller gasen normalt atmosfärstryck.

- A. Vätgas, med temperaturen 20°C
- B. Helium, med temperaturen 20°C
- C. Varmluft, med temperaturen 100°C
- D. Varmluft, med temperaturen 400 K

11. En klassisk paradox i speciell relativitetsteori är den s.k. "stavhoppaparadoxen". En människa ("stavhopparen") som bär en horisontell stav springer in i en lada. Staven är längre än ladan, så den skall inte få plats. Men staven förkortas på grund av längdkontraktionen, så om stavhopparen springer tillräckligt fort kommer staven att rymmas i ladan. Vilket av påståendena är riktigt?

- A. Längdkontraktionen är en optisk illusion, och staven får lika litet plats i rörelse som i vila.
- B. Från stavhopparens perspektiv kan hela staven inte rymmas samtidigt i ladan, men från ladans perspektiv kan den det.
- C. Staven längdkontraheras visserligen, men ladan längdkontraheras lika mycket, så staven får fortfarande inte plats.
- D. Inget av påståendena A, B eller C.

12. Vilket av följande påståenden är vetenskapligt väl underbyggt?

- A. Det finns liv på andra planeter än jorden.
- B. Den kosmiska mikrovågsbakgrunden härrör från en tid c:a 14 miljarder år sedan, då materien kombinerades till atomer.
- C. Universum är oändligt stort.
- D. Inget av påståendena A, B eller C.

13. En elektron rör sig med farten 2.6×10^8 m/s. Hur stor andel av dess totala energi är rörelseenergi?

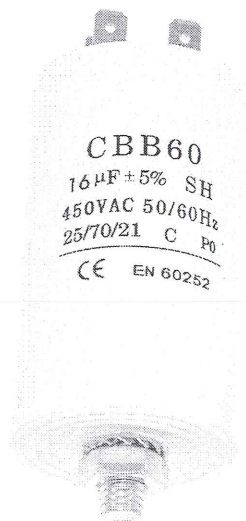
- A. 27 %
- B. 38 %
- C. 50 %
- D. 100 %

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

14. En partikel med massan m kan röra sig i en dimension. Den är i vila vid tiden $t = 0$, och påverkas därefter av en tidsberoende kraft $F(t) = F_0 e^{-\alpha t}$, där F_0 och α är konstanter. För stora tider närmar sig partikelns fart ett visst värde. Ange detta.

15. Enheten för kraft, N (newton), 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. Bilden visar en kondensator till t.ex. en tvättmaskin. Om man lägger en likspänning på 10 V över kondensatorn, kommer en viss laddning att samlas i den. Hur många elektroner svarar den laddningen mot? Svaret kan avrundas till närmaste tiopotens.



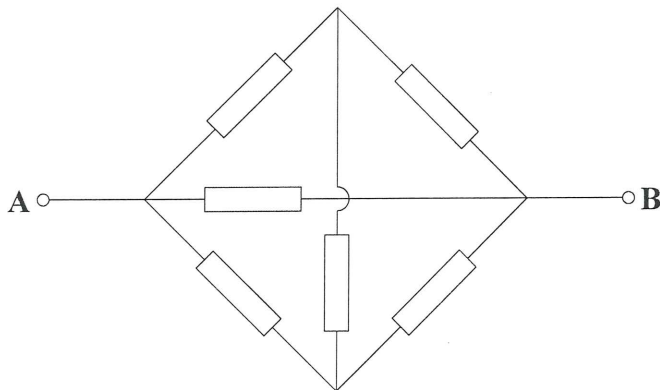
17. En partikel rör sig med konstant fart u på en cirkulär bana. Periodtiden för rörelsen är τ . Vad är beloppet av partikelns medelacceleration från tiden $t = 0$ till tiden $t = \frac{3}{2}\tau$?

18. En kolatom och en kloratom kan bindas samman med en kovalent bindning. Atomerna kan vibrera som två massor sammanbundna med en liten fjäder. Vi kan approximera fjäderkonstanten till $k = 500 \text{ N/m}$ och den effektiva massan till $1.5 \times 10^{-26} \text{ kg}$. (Den effektiva massan definieras så att svängningarna blir likadana som för en partikel med denna massa, som svänger under inverkan av en fjäder med fjäderkonstant k vars andra ände är fast.) Vad blir våglängden för ljus som utsändes vid en övergång mellan två närliggande vibrationstillstånd? Svaret kan avrundas till närmaste tiopotens.

19. Ett vattenfall har en höjd på 15 m. Vattenflödet i fallet är $2.0 \text{ m}^3/\text{s}$. Vilken är den största effekt som kan utvinnas av ett vattenkraftverk i fallet? (Det kan förutsättas att vattnets horisontella hastighet är densamma ovanför och nedanför fallet. Frågan gäller den maximala effekten, innan förluster är borträknade.)

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

20. Vad är resistansen mellan **A** och **B** i den idealiserade elektriska kretsen i figuren? Alla sex motstånd har resistansen R . Ledningarna mitt i figuren korsas, men berör inte varandra.



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	$c = 299792458 \text{ m/s} \approx 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$
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	$R = N_A k$