

# Chalmers — KTH

Teknisk fysik — Teknisk matematik — Arkitektur och teknik — Farkostteknik

## Matematik- och fysikprovet 2011

### 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.

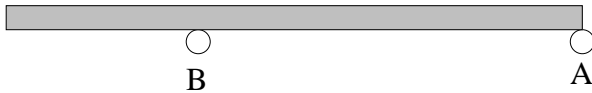
Svar på uppgifterna 1-19 lämnas på utdelat svarsformulär, uppgift 20 på lösblad.

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

Ett svarsalternativ skall anges på varje fråga, utom på fråga 8, där mer än ett alternativ kan vara rätt.

1. En planka med längden  $\ell$  vilar på två stöd, det ena vid plankans ena ände (A) och det andra ett avstånd  $2\ell/5$  från den andra änden (B). Plankan har konstant massa per längdenhet. Hur stor stor är kvoten  $F_A/F_B$ , där  $F_{A(B)}$  är den vertikala kraften på plankan från stödet i A(B)?

- A. 5      B.  $\frac{5}{2}$       C.  $\frac{2}{5}$       D.  $\frac{1}{5}$



2. Man genomför ett fysikaliskt experiment där en längd  $\ell$  (storleken på en viss atom) skall mätas, och har listat ut att de enda storheterna och konstanterna som kan inverka på resultatet av mätningen är elektronmassan  $m_e$ , Plancks konstant  $h$  och ljushastigheten  $c$ . Vilket av svarsalternativen kan beskriva ett rimligt uttryck för den uppmätta längden?

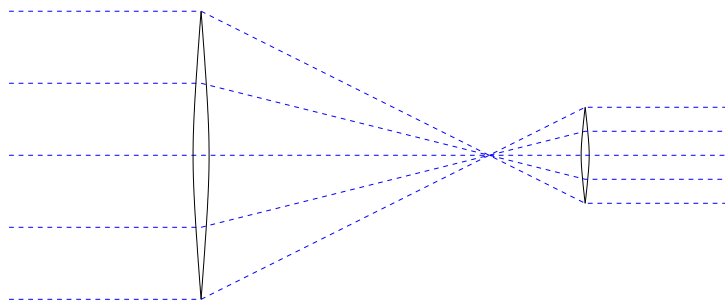
- A.  $\ell \approx \frac{12.8h}{m_e c}$       B.  $\ell \approx \frac{12.8hm_e}{c}$       C.  $\ell \approx \frac{12.8m_e}{hc}$       D.  $\ell \approx \frac{12.8hc}{m_e}$

3. Ljudet från sirenen på ett utryckningsfordon består av två alternerande toner med frekvenserna 700 Hz och 990 Hz (de bildar alltså ett s.k. tritonusintervall, en överstigande kvart). Fordonet rör sig rakt emot en person med farten 120 km/h. Vilka är frekvenserna hos de toner som denna person uppfattar från sirenen?

- A. 631 Hz och 893 Hz  
B. 631 Hz och 1098 Hz  
C. 776 Hz och 1098 Hz  
D. 776 Hz och 893 Hz

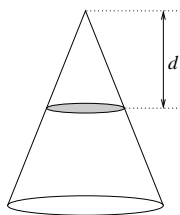
4. Ett enkelt teleskop innehåller två positiva linser med brännvidderna 90 cm och 1.5 cm. Vilken förstoring ger teleskopet?

- A. 60    B. 90    C. 135    D. 202



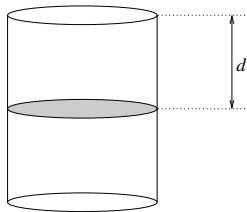
5. En homogen cirkulär konisk kropp står på ett plant underlag. Låt  $d$  beteckna det vertikala avståndet från konens spets till en tänkt horisontell cirkelyta  $S_d$  som skär kroppen. Hur beror trycket  $p(d)$  på ytan  $S_d$  av avståndet  $d$ ? (Man får anta att den vertikala kraften fördelar sig 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  $d^3$ .

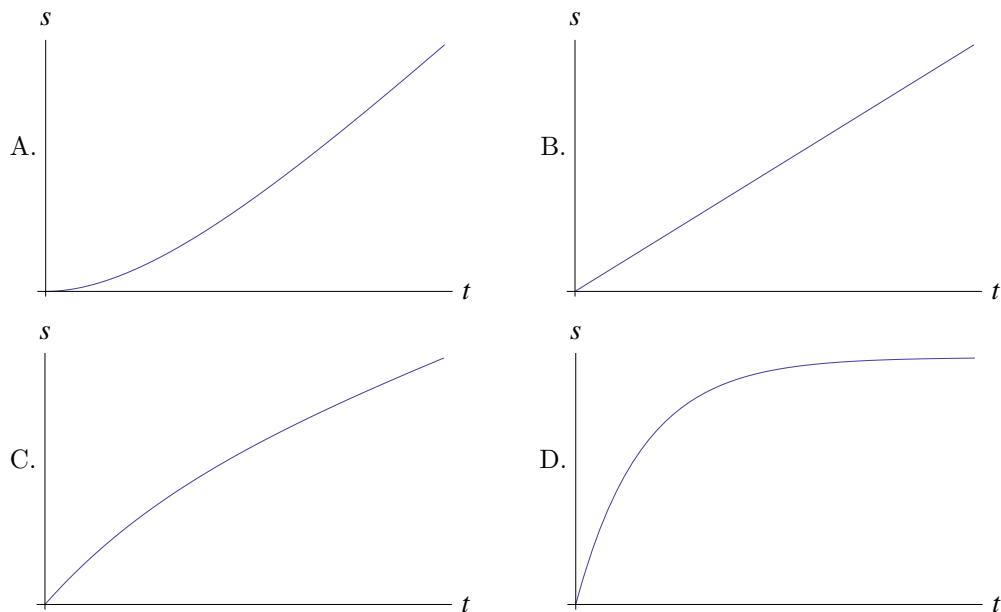


6. En homogen cirkulär cylindrisk kropp står på ett plant underlag. Låt  $d$  beteckna det vertikala avståndet från cylinderns toppyta till en tänkt horisontell cirkelyta  $S_d$  som skär kroppen. Hur beror trycket  $p(d)$  på ytan  $S_d$  av avståndet  $d$ ? (Man får anta att den vertikala kraften fördelar 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  $d^3$ .



7. En kropp vars densitet är högre än densiteten hos vatten släpps från vila strax under ytan av en sjö och får sjunka. Vilken av graferna illustrerar bäst kroppens avstånd  $s$  från vattenytan som funktion av tiden  $t$ ?



8. Vilka av följande påståenden är riktiga? Mer än ett alternativ kan väljas.

A. I ett fusionskraftverk utnyttjas energivinster som uppstår då lätta atomkärnor slås samman, medan fissionskraftverk använder vanliga kemiska reaktioner som inte ändrar de ingående elementens atomnummer.

B. Det vanligaste grundämnet i universum är väte.

C. Jordens ålder är c:a  $4.5 \times 10^9$  år, och livet på jorden uppstod för c:a  $3.5 \times 10^9$  år sedan.

D. I kvantfysik tillåts ögonblicklig överföring av information på godtyckliga avstånd, s.k. teleportation.

9. Angående "tvillingparadoxen" i speciell relativitetsteori. Ena halvan av ett tvillingpar företar en lång rymdresa i hög hastighet, som för henne till en fjärran planet och tillbaka, medan hennes syster stannar på jorden. Hur förhåller sig de två tvillingarnas åldrar då de återförenas?

A. Den rymdresande tvillingen är äldre än den som stannat hemma.

B. Den rymdresande tvillingen är yngre än den som stannat hemma.

C. De är lika gamla.

D. Mer information krävs för att svara på frågan.

10. I en stor artikel i Svenska Dagbladet 11 februari 2011 om en simulerad Marsresa fanns en faktaruta, där bl.a. nedanstående information ingick. Vilken av de tre markerade uppgifterna är inkorrekt framställd?

## Den röda planeten

FOTO: NASA



**Mars är den fjärde** planeten från solen och solsystemets näst minsta planet. Planeten har fått sitt namn efter den romerska krigsguden Mars och kallas ibland för den "röda planeten". Sin röda färg får den av att en stor mängd järnoxid (**rost**) finns på ytan.

**Mars har**, i likhet med Jorden, ett stort antal vulkaner, dalgångar och vidsträckta slätter. Tidigare under Mars historia inträffade stora och långa vulkanutbrott. Vid ett skapades Olympus Mars, solsystemets största berg vilket är 27 km högt (**drygt tre gånger Mount Everest**).

**Mars diameter** är ungefär hälften så stor som Jorden och dubbelt så stor som månen. Densiteten är den lägsta av alla stenplaneter (Merkurius, Venus, Jorden och Mars). Ett föremål eller en människa väger därför mindre på Mars än på någon av de övriga planeterna.



Mars är som en frusen öken med torrt kallt väder. FOTO: NASA

A

B

C

A — rost är inte oxiderat järn.

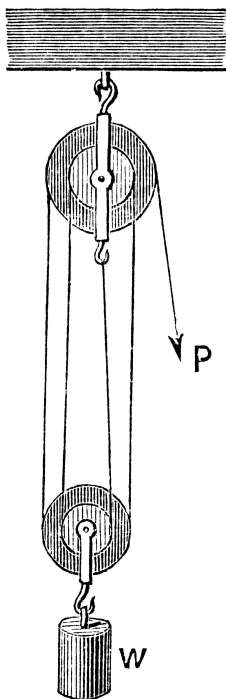
B — jämförelsen är numeriskt inkorrekt.

C — påståendet i sista meningen följer inte av de föregående.

D — inget av alternativen A, B eller C.

11. En vikt  $W$  med massan  $M$  lyfts med en anordning av rep och taljor enligt figuren. Massan hos rep och taljor kan försummas, liksom friktionkrafter. Om man drager i repet med en kraft  $P$ , med vilken kraft påverkar den nedre kroken vikten  $W$ ?

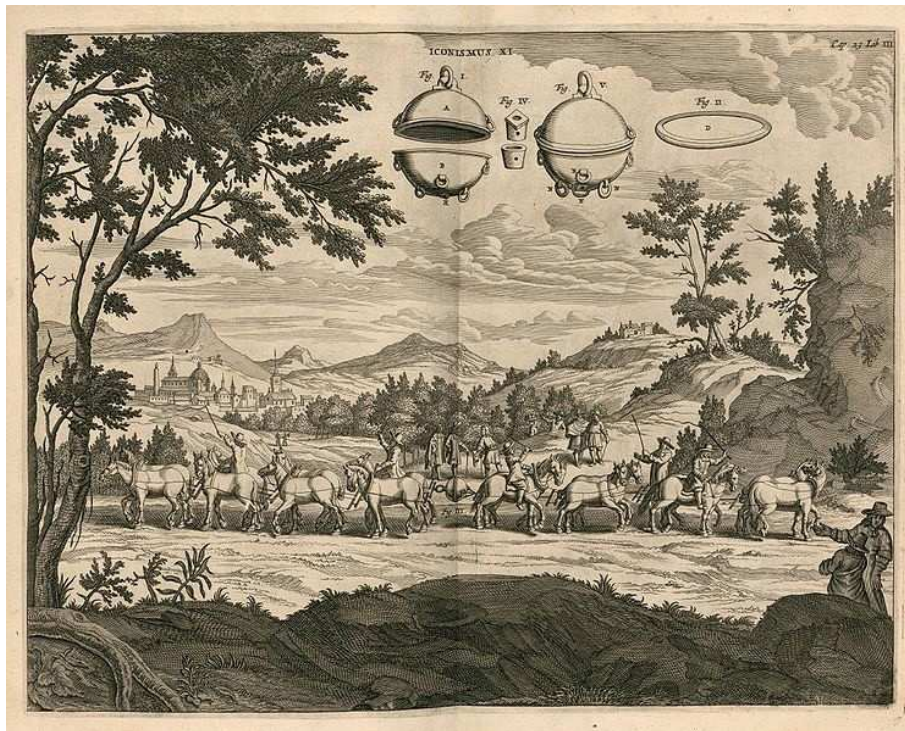
- A.  $\frac{P}{4}$     B.  $4P$     C.  $\frac{P}{4} + Mg$     D.  $4P + Mg$



(Figur ur O.J. Lodge, Elementary Mechanics, Including Hydrostatics and Pneumatics, rev. ed. (1882).)

12. Den tyske vetenskapsmannen och borgmästaren i Magdeburg, Otto von Guericke, genomförde år 1654 ett experiment för att demonstrera lufttryckets storlek (och den luftpump han hade uppfunnit). Två halvsfärer, med en diameter på 50 cm, fördes samman, och luften pumpades ut. Om vi för enkelhets skull tänker oss ett fullständigt vacuum inuti sfären, vilken ungefärlig kraft skulle behövas för att dra isär kloten? (På bilden ses de "Magdeburgska halvkloten", med sexton hästar som försöker skilja dem.)

- A. 20 kN    B. 40 kN    C. 80 kN    D. 160 kN

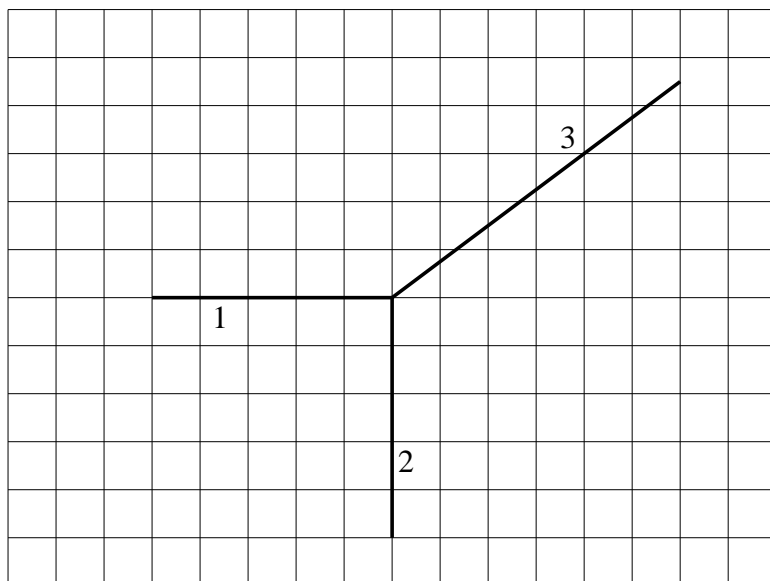


13. En matematisk pendel är en punktformig massa som hänger i ett viktlöst snöre och svänger (under inverkan av gravitationen). För en pendel, som med god noggrannhet kan beskrivas som en matematisk pendel med massa 1.0 kg, märker man att om man förlänger snöret med en faktor 4 fördubblas periodtiden för små svängningar. Hur stor var periodtiden innan snöret förlängdes?

- A. 0.32 s    B. 0.64 s    C. 2.0 s    D. Ytterligare information krävs för att avgöra det.

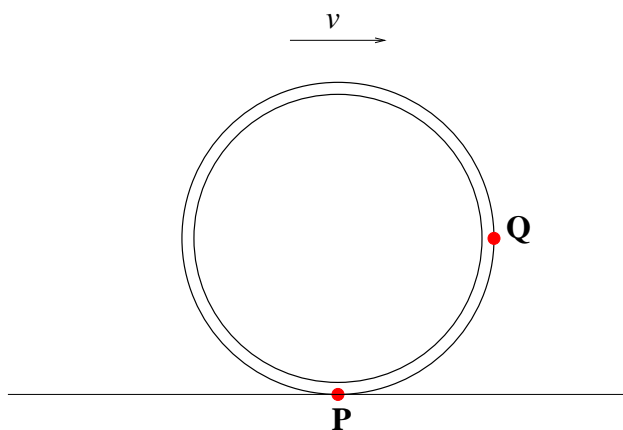
Frågor till vilka endast svar skall ges (6 st., 2 p/uppgr.)

14. Tre rep, numrerade 1-3, är sammanfogade i en punkt. Tre personer drar i var sitt av repen, så att repen är i vila. Vinklarna mellan repen framgår av figuren (observera att det är repens längder som illustreras, och inte storleken på krafterna). Ordna dragkrafterna i repen, som kallas  $F_1$ ,  $F_2$  respektive  $F_3$ , efter deras storlek (t.ex. " $F_1 < F_2 < F_3$ " eller " $F_1 = F_3 < F_2$ ").



15. Vilken våglängd skall en foton ha för att dess energi skall vara lika stor som energin hos en proton i vila? (Svaret kan anges med en signifikant siffra.)

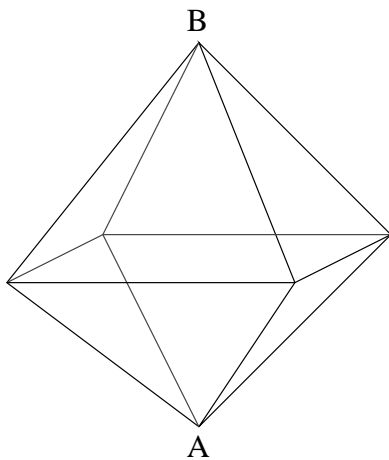
16. En cykel rullar med konstant hastighet på en plan väg. Figuren föreställer cykelns framhjul, och cykelns rörelseriktning är åt höger i figuren. Rita ut de momentana hastigheterna och accelerationerna för punkterna **P** och **Q** på hjulet.



17. Ordna de tre talen  $N_1$ ,  $N_2$  och  $N_3$ , där  $N_1$  är antalet molekyler i en  $\text{m}^3$  luft,  $N_2$  antalet molekyler i en  $\text{m}^3$  vatten, och  $N_3$  antalet sandkorn i en  $\text{m}^3$  sand, i storleksordning. Svaret kan ges på formen t.ex. " $N_1 < N_2 < N_3$ ".

18. (Hämtat från studentskrivning 2008 i Finland.) Det europeiska satellitbaserade positionssystemet Galileos första provsatellit (massa 600 kg) kretsar kring jorden i en cirkelbana, vars radie är 23 200 km. Hur stor är satellitens fart? (Svaret kan anges med en signifikant siffra.)

19. Tolv likadana trådar, vardera med motståndet  $1.0 \Omega$ , har kopplats samman så att de bildar en oktaeder (se figuren). Hur stort är motståndet mellan hörnen **A** och **B**?



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

20. En boll kastas med utgångsfarten  $20 \text{ m/s}$  från marknivån. Utgångshastigheten bildar vinkeln  $60^\circ$  med horisontalen. Om bollen kastas i en uppförsbacke, så att marknivån i den riktning bollen kastas bildar vinkeln  $30^\circ$  med horisontalen, hur långt bort landar bollen, mätt längs marken? Luftmotståndet 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	$R_{\oplus} \approx 6371.0 \text{ km}$
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	$c = 299792458 \text{ m/s} \approx 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$
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	$R = N_A k$