

# Chalmers — KTH

Teknisk fysik — Teknisk matematik — Kemiteknik med fysik  
Arkitektur och teknik — Farkostteknik — Simuleringsteknik och virtuell design

## Matematik- och fysikprovet 2012

### Fysikdelen

Provtid: 2h.

Hjälpmedel: inga.

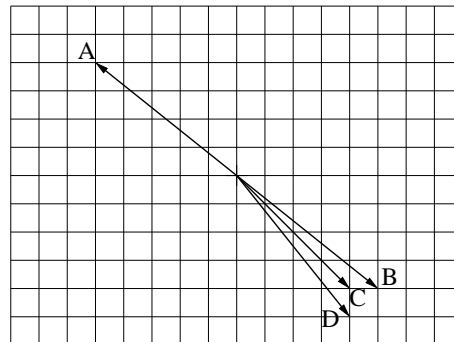
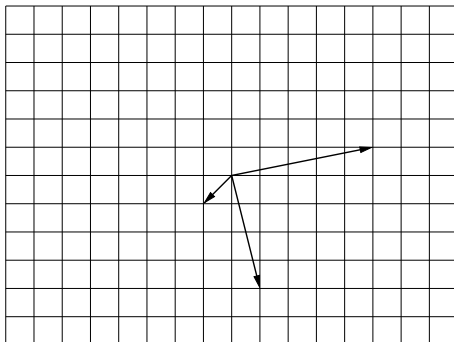
På sista sidan finns en lista över fysikaliska konstanter m.m. som eventuellt kan vara användbara. På uppgifter där numeriskt svar efterfrågas räcker det med en eller två signifikanta siffror, beroende på antalet signifikanta siffror i de givna storheterna. Glöm inte att i förekommande fall ange enhet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

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

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

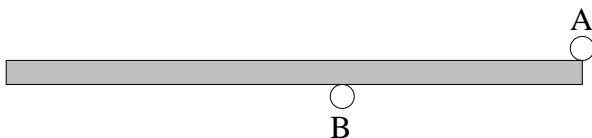
Ett svarsalternativ skall anges på varje fråga, utom på frågorna 6 och 10, där mer än ett alternativ kan vara rätt.

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. En plankan med längden  $\ell$  hålls på plats av två stöd, det ena vid plankans ena ände (**A**) och det andra ett avstånd  $5\ell/12$  från samma ände (**B**), och påverkas i övrigt bara av tyngdkraften. Plankan har massan  $m$ . Hur stor är den vertikala kraften på plankan från stödet i **A**?

- A.  $\frac{mg}{12}$     B.  $\frac{5mg}{12}$     C.  $\frac{12mg}{5}$     D.  $\frac{mg}{5}$



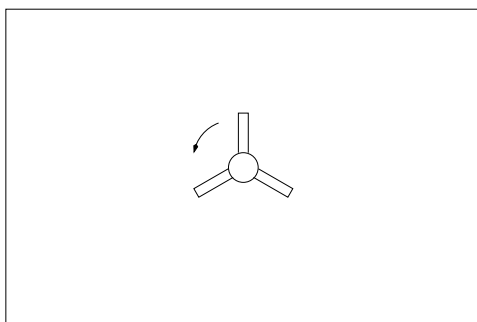
3. I ett experiment skall ett arbete uppmätas. Man har avgjort att de enda viktiga storheterna som möjligen kan påverka resultatet är ett vridande moment  $M$ , en tid  $T$  och en vinkel  $v$ . Om experimentet upprepas med samma  $M$  och  $T$ , men dubbelt så stort värde på  $v$ , hur stort blir det uppmätta arbete jämfört med det i det ursprungliga experimentet?

- A. Hälften så stort.      B. Lika stort.      C. Dubbelt så stort  
D. Kan ej avgöras utan ytterligare information.

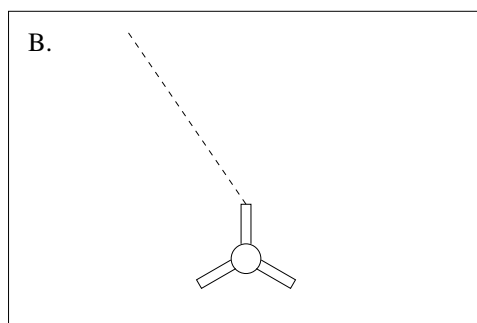
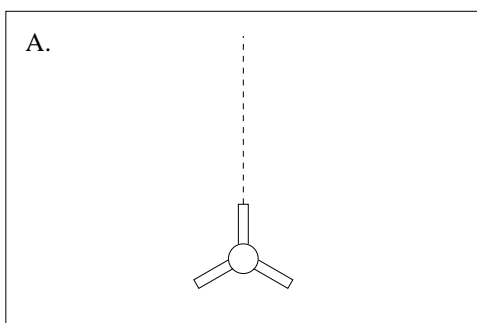
4. I ett experiment skall ett arbete uppmätas. Man har avgjort att de enda viktiga storheterna som möjligen kan påverka resultatet är ett vridande moment  $M$ , en tid  $T$  och en vinkel  $v$ . Om experimentet upprepas med samma  $T$  och  $v$ , men dubbelt så stort värde på  $M$ , hur stort blir det uppmätta arbete jämfört med det i det ursprungliga experimentet?

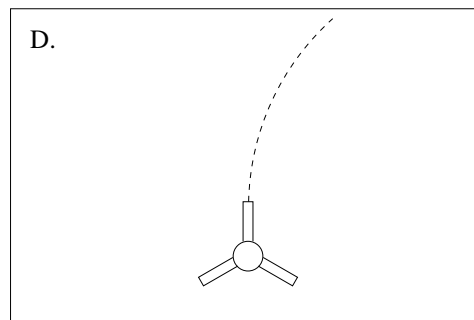
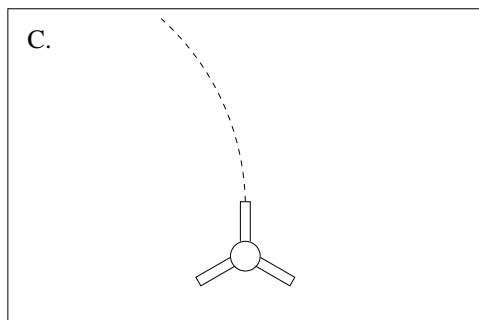
- A. Hälften så stort.      B. Lika stort.      C. Dubbelt så stort  
D. Kan ej avgöras utan ytterligare information.

5. Bilden till vänster visar schematiskt en sprinkler för trädgårdsbruk, sedd uppifrån.

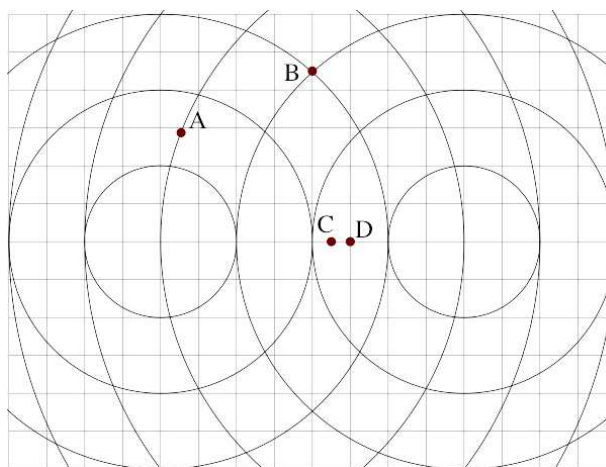


Medan sprinklern roterar kommer vatten ut ur ändarna av de tre armarna med en konstant hastighet. Vilken av bildalternativen beskriver bäst den väg en vattendroppe färdas sedan den lämnat sprinklern (sett uppifrån)?





6. Vågor på en vattenyta kommer från två källor, som är i fas med varandra och befinner sig fyra våglängder ifrån varandra. I figuren markerar cirklarna vågtopparna för vardera av de två utåtgående vågorna vid en viss tidpunkt. Vilken eller vilka av de markerade punkterna **A**, **B**, **C** och **D** överensstämmer väl med läget för en nod, dvs. i vilken eller vilka av punkterna är amplituden för den sammanlagda vågen ständigt noll?

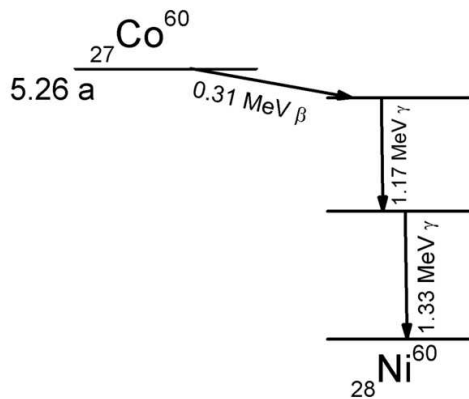


7. Två bollar befinner sig ursprungligen på samma höjd. Den ena släpps utan begynnelsehastighet, medan den andra samtidigt ges en fart  $v_0 \neq 0$  uppåt. Därefter rör sig bollarna endast under inverkan av tyngdkraften (luftmotståndet är försumbart). Hur förändras höjdskillnaden mellan bollarna med tiden?

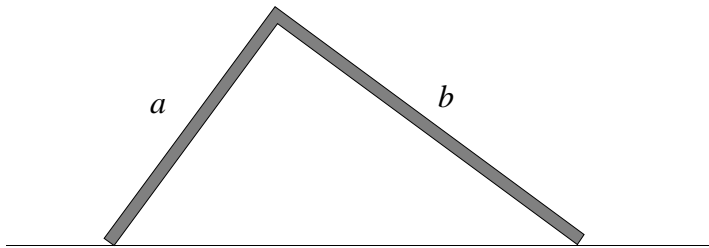
- A. Den är konstant
- B. Den ökar linjärt med tiden
- C. Den ökar kvadratisk med tiden
- D. Den ökar inledningsvis, men närmar sig ett konstant värde för stora tider

8. Vilken är den ungefärliga våglängden för  $\gamma$ -strålningen i den sista övergången från  ${}_{27}\text{Co}^{60}$  till  ${}_{28}\text{Ni}^{60}$  (nederst i bilden)?

- A.  $10^{-15}$  m
- B.  $10^{-12}$  m
- C.  $10^{-9}$  m
- D.  $10^{-6}$  m



9. En kropp är sammansatt av två raka pinnar som är sammanfogade i rät vinkel. De har längderna  $a$  och  $b$  och massan per längdenhet är  $\rho$  för båda. När kroppen balanserar på ett plant underlag enligt figuren, hur stor blir normalkraften mot underlaget i den högra kontaktpunkten?



- A.  $\rho g(a + b)$     B.  $\frac{1}{2}\rho g \frac{a+b}{\sqrt{a^2+b^2}}$     C.  $\rho g(a + b)$  N    D.  $\frac{1}{2}\rho g \frac{a^3+2a^2b+b^3}{a^2+b^2}$

10. Vilka av följande påståenden är korrekta?

- A. En elektron i en väteatom som befinner sig i sitt grundtillstånd följer en cirkulär bana.  
 B. Dopplereffekten för ljudvågor i luft kan påvisas experimentellt, men är för liten för att uppfattas av ett mänskligt öra i vardagliga situationer.  
 C. Nanoteknologi handlar om strukturer som typiskt är av samma storlek som en atomkärna eller mindre.  
 D. Jordens ålder är ungefär en tredjedel av universums.

11. Vilket av följande uttryck är ett dimensionslöst mått på styrkan hos den elektromagnetiska kraften? ( $e$  är elementarladdningen, dvs. minus elektronens laddning.)

- A.  $\frac{e^2}{2\epsilon_0 c}$     B.  $\frac{e}{2\epsilon_0 c}$     C.  $\frac{e^2}{2\epsilon_0 hc}$     D.  $\frac{e}{2\epsilon_0 hc}$

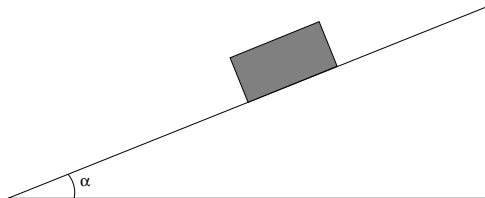
12. Jupiters avstånd till solen är drygt fem gånger så stort som jordens. Hur lång är Jupiters omloppstid runt solen (ett "Jupiterår")?

- A. c:a 0.2 år    B. c:a 5 år    C. c:a 12 år    D. Kan ej avgöras utan ytterligare information

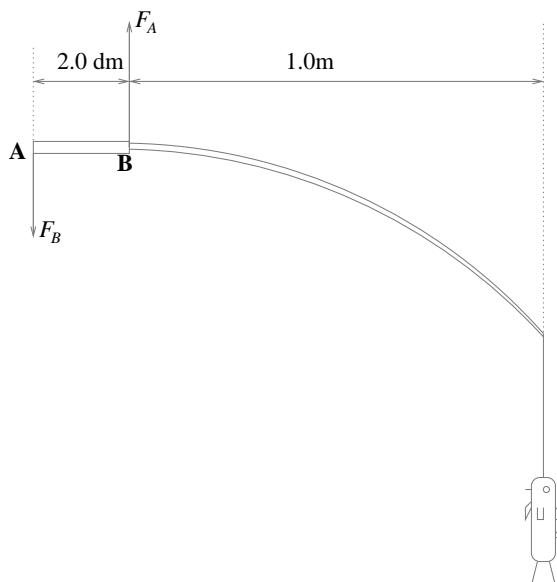
13. Två radiofyrar befinner sig i vila i ett inertialsystem  $S$ , på avståndet 100 m från varandra (mätt i  $S$ ). Båda radiofyrarna utsänder en radiopuls varje mikrosekund, och de är synkroniserade i systemet  $S$ . En farkost avlägsnar sig från fyrarna med farten  $v$  längs linjen mellan fyrarna. För vilken fart  $v$  ser en observatör på farkosten ljuspulser från de två radiofyrarna anlända samtidigt?
- A.  $v \approx 1 \times 10^8$  m/s    B.  $v \approx 2 \times 10^8$  m/s    C. För alla värden på  $v$ .    D. Inte för något värde på  $v$ .

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

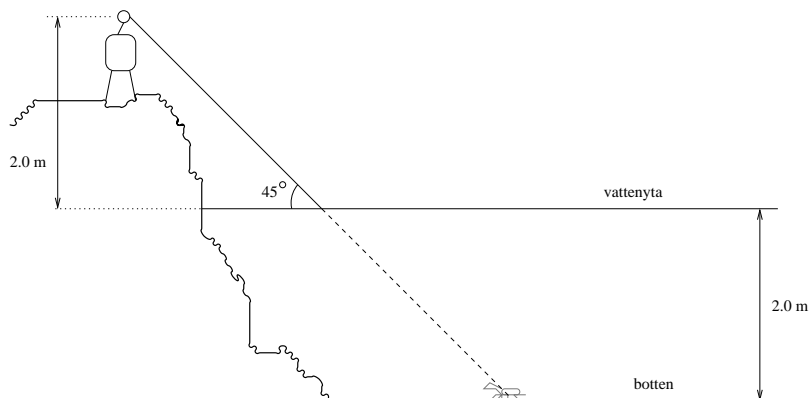
14. En kropp ligger stilla på ett lutande plan med lutningsvinkel  $\alpha$  enligt figuren. Hur stor måste friktionskoefficienten mellan kroppen och planet minst vara för att denna jämviktssituation skall vara möjlig?



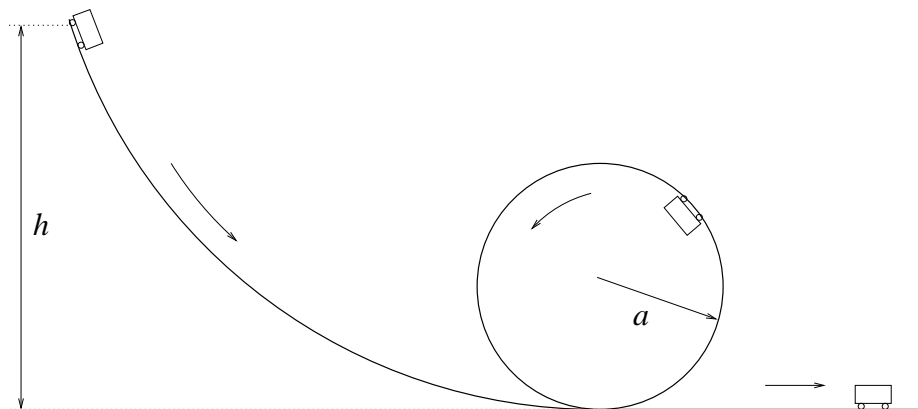
15. En fritidsfiskare har fångat en torsk som väger 15 kg. Fisken lyfts hängande i fiskespöt, som då blir böjt som figuren visar. Fiskaren håller i spöt vid **A** och **B**. Hur stora är de två krafterna  $F_A$  och  $F_B$ , med vilka fiskaren påverkar spöt? (Spötet är 1.5 m långt och mycket lättare än fisken.)



16. En person står vid kanten av en sjö, med ögonen på 2.0 meters höjd över vattenytan, och tittar ned i sjön. På botten, som vi för enkelhets skull tänker oss som helt plan på 2.0 meters djup, ser hon en kräfta, när hon tittar ned med en vinkel  $45^\circ$ . Kräftans *skenbara* horisontella avstånd från personen är då uppenbarligen 4.0 m, dvs. detta är det horisontella avståndet till den punkt där förlängningen av den ljustråle som når personens ögon skär botten. Hur långt är det verkliga horisontella avståndet mellan personen och kräftan? Observera att den verkliga strålgången inte är utritad, och att det är kräftans skenbara läge, inte dess verkliga som är markerat i figuren. (Vattnets brytningsindex är c:a  $4/3$ . Svar som avviker med högst 2 dm från det korrekta svaret accepteras.)



17. En liten vagn löper med försumbar friktion och försumbart luftmotstånd på en skena. Den släpps från höjden  $h$  och rullar sedan in i en cirkulär loop med radien  $a$  enligt figuren. Hur stor måste höjden  $h$  vara för att vagnen skall klara hela loopen, och alltså inte tappa kontakten med spåret någonstans på vägen genom loopen?



18. En stor varmluftsballong med volymen  $5000 \text{ m}^3$  skall kunna lyfta en total massa (själva ballongen med korg och last) på 1000 kg. Den omgivande luften håller temperaturen  $12^\circ\text{C}$ , och har densiteten  $1.2 \text{ kg/m}^3$ . Hur varm behöver luften i ballongen vara?

19. Vatten skall pumpas upp från en brunn till ett fritidshus. Höjden som vattnet skall lyftas är 20 m, och man vill kunna nå ett vattenflöde av maximalt  $3.6 \text{ m}^3/\text{h}$ . Den effektiva verkningsgraden, när man tar hänsyn till energiförluster såväl i pumpen som i rören vattnet flödar i, uppskattas till 40%. Hur hög effekt bör pumpen ha? (Det förutsätts att rörelseenergin hos vattnet helt kan försummas i sammanhanget.)

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

20. En elektrisk krets består av två seriekopplade motstånd A och B, varav det första har en given resistans  $R_A$  och det andra en variabel resistans  $R_B$ , över vilka en konstant likspänning  $U$  läggs. Hur skall resistansen  $R_B$  väljas för att den effekt som utvecklas i motståndet B skall bli så stor som möjligt? (Alla komponenter får antas vara idealiserade.)

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 havsnivå	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	$R = N_A k$