

Chalmers: Arkitektur och teknik — Elektroteknik — Kemiteknik med fysik — Teknisk fysik — Teknisk matematik

GU: Fysik

KTH: Design och produktframtagning — Elektroteknik — Farkostteknik — Maskinteknik — Materialdesign

Teknisk fysik — Teknisk matematik

SU: Astronomi — Fysik — Meteorologi, oceanografi och klimatfysik — Sjukhusfysiker

UU: Energisystem

Matematik- och fysikprovet 2023

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.

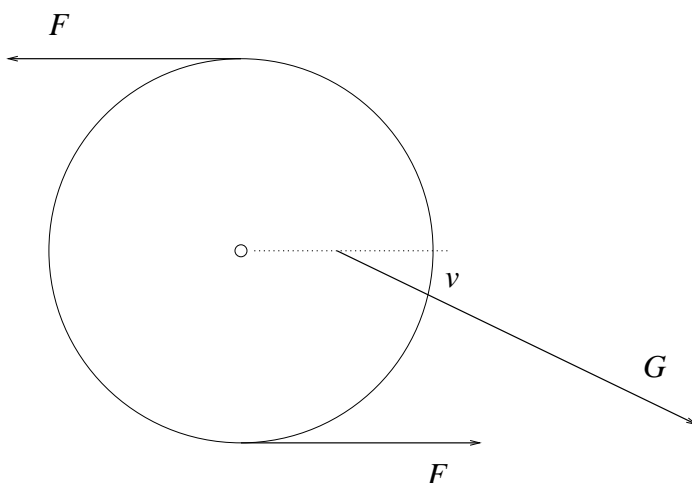
Svar på uppgifterna 1-19 lämnas på utdelat svarsformulär, uppgift 20 på lösblad.

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

Ett svarsalternativ skall anges på varje fråga.

1. En cirkelskiva kan snurra kring sin axel. Den påverkas av tre krafter enligt figuren. De två krafterna med belopp F angriper på skivans periferi, och kraften med belopp G på en punkt på halva skivans radie. Vinkeln ν är 30° . Vad är G , om skivan är i jämvikt?

A. 0 B. $2F$ C. $4F$ D. $8F$



2. En stege står lutad mot en vägg. Vinkeln mellan vägg och stege är $0 < \theta < 90^\circ$. Friktionen mellan stegen och väggen är noll, medan friktionskoefficienten mellan stegen och golvet är μ . Stegens massa är jämnt fördelad över dess längd. Vilket påstående är korrekt?

- A. För jämvikt krävs $\mu \geq \frac{1}{2} \tan \theta$.
- B. För jämvikt krävs $\mu \geq \tan \theta$.
- C. Jämvikt råder oberoende av θ och μ .
- D. Jämvikt råder inte för några θ och μ ; stegen glider ned.

3. En rymdfarare åker från jorden med farten $0.6c$, vänder och åker hem med samma fart. När hen återvänder har det gått 10 år på jorden. Hur lång tid har gått på rymdfararens klocka?

- A. 6 år
- B. 8 år
- C. 10 år
- D. 12.5 år

4. En boll kastas rakt uppåt med farten v från höjden h över marken. Luftmotståndet är försumbart. Hur lång tid T tar det innan bollen landar?

- A. $T = \frac{v}{g} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{2gh}{v^2}} \right)$
- B. $T = \frac{v}{g} \left(1 + \sqrt{1 - \frac{2gh}{v^2}} \right)$
- C. $T = \frac{v}{g} \left(1 - \sqrt{1 + \frac{2gh}{v^2}} \right)$
- D. $T = \frac{v}{g} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2gh}{v^2}} \right)$

5. Hur mycket mindre är den upplevda tyngdkraften vid jordens ekvator jämfört med om jorden inte hade roterat?

- A. 0%
- B. 0.003%
- C. 0.3%
- D. 7%

6. Vattens absorption av elektromagnetisk strålning är starkt frekvensberoende, relaterat bl.a. till vattenmolekylers kvantmekaniska vibrations- och rotationsspektrum. Det finns ett "fönster", där elektromagnetisk strålning i särskilt låg grad absorberas. Vid ungefär vilka våglängder händer det?

- A. Mellan 20 och 70 nm
- B. Mellan 200 och 700 nm
- C. Mellan 2 och 7 μm
- D. Mellan 20 och 70 μm

7. Ett flygplan färdas genom luften med halva ljudhastigheten. Ett annat flygplan färdas med samma fart i motsatt riktning. De båda flygplanen avlägsnar sig från varandra. Ett ljud med frekvens f sänds ut av det ena planet. Vilken frekvens hos ljudet uppfattas av en person eller mätapparat i det andra planet?

- A. $\frac{1}{4}f$
- B. $\frac{1}{3}f$
- C. $\frac{1}{2}f$
- D. Inget ljud uppfattas, då planen avlägsnar sig från varandra med ljudhastigheten.

8. Om jordens massa var dubbelt så stor som den nuvarande, solens massa hälften av den nuvarande, och jorden rörde sig på hälften så stort avstånd från solen som nu, hur lång skulle jordens omloppstid runt solen vara?

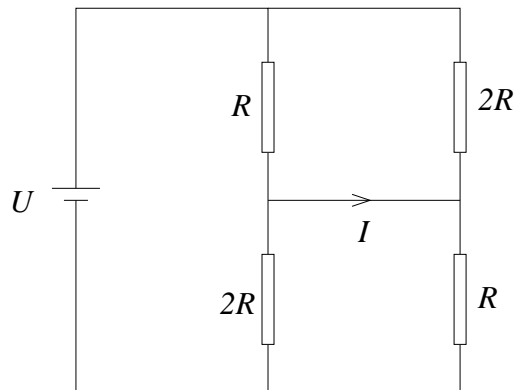
- A. 6 månader
- B. 9 månader
- C. 1 år
- D. 2 år

9. Planeten Mars radie är ungefär 0.53 jordradier, och dess massa är ungefär 0.107 gånger jordens. Hur stor är tyngaccelerationen på Mars yta?

- A. 0.20 m/s²
- B. 0.37 m/s²
- C. 3.7 m/s²
- D. 7.0 m/s²

10. Hur stor är den markerade strömmen I i den ideala elektriska kretsen i figuren?

- A. $\frac{U}{R}$
- B. $\frac{U}{2R}$
- C. $\frac{2U}{3R}$
- D. Annat värde

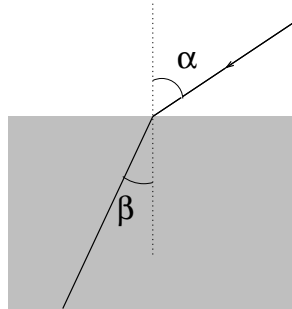


11. En boll släpps från vila i ett läge. En annan boll ges samtidigt en hastighet i ett annat läge. Hastigheten är sådan att de två bollarna kolliderar. Luftmotstånd försummas. Med vetskap om bollarnas ursprungslägen, vad kan man sluta sig till om den andra bollens utgångshastighet?

- A. Riktning, men inte fart
- B. Fart, men inte riktning
- C. Varken riktning eller fart
- D. Både riktning och fart

12. En ljusstråle passerar från luften till ett genomskinligt material (det skuggade området). Vinklarna i figuren är $\alpha = 45.0^\circ$, $\beta = 30.0^\circ$. Vad är brytningsindex för materialet?

- A. 1.22 B. 1.41 C. 1.50 D. 2.00



13. Hur stort är trycket 20 m under havsytan?

- A. 1.0×10^5 Pa B. 1.3×10^5 Pa C. 2.0×10^5 Pa D. 3.0×10^5 Pa

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

Symboliska svar skall förenklas så långt som möjligt.

14. En bil **A** åker på en rak väg med den konstanta farten 10 m/s. En annan bil **B** står stilla, men då den passeras av **A** börjar den accelerera med den konstanta accelerationen 4.0 m/s^2 . Hur långt har bilarna därefter rört sig när **A** blir omkörd av **B**?

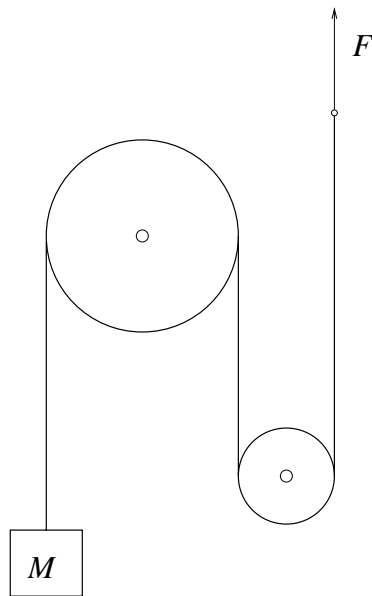
15. Om man släpper ett föremål från en hög byggnad kommer det att landa en liten sträcka d ifrån den punkt som befinner sig rakt under punkten den släpps från. Detta beror på jordens rotation. Antag att d beror på vinkelhastigheten Ω för jordens rotation, byggnadens höjd h och tyngdaccelerationen. Man kan också argumentera för att beroendet på Ω till god approximation är linjärt, så $d = c\Omega^p h^q$ för några konstanter c , p och q . Bestäm p och q .

16. En atomkärna av ett lätt grundämne har massan m . Två sådana kärnor kan genom en fusionsprocess slås samman till en tyngre atomkärna med massan M . Hur stor utvunnen fusionsenergi E resulterar det i om en mol av det lättare ämnet fusioneras till en halv mol av det tyngre? Alla förluster försummas (vilket förstås är orealistiskt), och vi tar inte hänsyn till rörelseenergi före eller efter processen (också orealistiskt).

17. En kropp med massan m som har farten v kolliderar fullständigt inelastiskt med en kropp med massan xm som är i vila. Den sammanslagna kroppen roterar inte efter stöten. Hur stor del av rörelseenergin går förlorad i stöten?

18. I en (idealiserad) elektrisk krets är två motstånd med resistanserna r_1 och r_2 parallellkopplade. De parallellkopplade motstånden seriekopplas sedan med ett motstånd med resistansen R , och ett batteri med spänning U läggs över kretsen. Vilken effekt P utvecklas i kretsen?

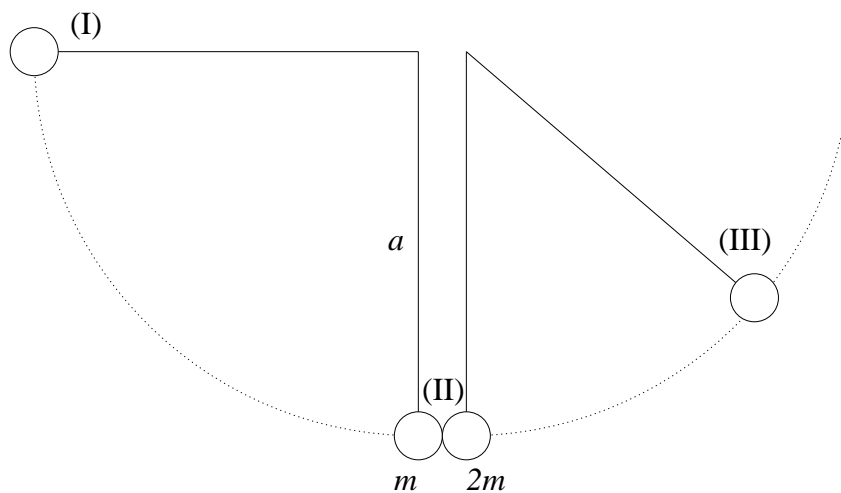
19. En tyngd hänger i ett lätt snöre, som löper utan att glida i två trissor som är fria att rotera runt sina axlar, enligt figuren. Den större trissan har radien R och den mindre radien r . Vilken kraft F behövs för jämvikt?



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

20. Två metallkuler med massorna m och $2m$ hänger i trådar, så att de precis nuddar varandra när de är i jämvikt, se figuren. Den lättare kulan lyfts upp så att tråden är horisontell och släpps därefter (I). Den pendlar då ned och träffar den tyngre kulan i en rak elastisk stöt (II). Hur högt når den tyngre kulan därefter i sin pendelrörelse (III)?

(Kulornas radier är mycket mindre än trådarnas längd a .)



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;
- Läsbarhet.

Diverse storheter och konstanter som eventuellt kan vara användbara:

Plancks konstant	$h \approx 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$
Plancks konstant dividerad med 2π	$\hbar = \frac{h}{2\pi}$
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	$M_{\odot} \approx 1.99 \times 10^{30} \text{ kg} \approx 3.33 \times 10^5 M_{\oplus}$
Solens radie	$R_{\odot} \approx 109R_{\oplus}$
Månens massa	$M_{\text{J}} \approx 7.35 \times 10^{22} \text{ kg}$
Månens avstånd till jorden	c:a $384\,000 \text{ km}$
Månens radie	$R_{\text{J}} \approx 1\,737.1 \text{ km}$
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 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	$k_B \approx 1.38065 \times 10^{-23} \text{ J/K}$
Allmänna gaskonstanten	$R = N_A k_B$