

Matematik- och fysikprovet 2019

Fysikdelen

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

KTH: Elektroteknik — Farkostteknik — Teknisk fysik

SU: Kandidatprogrammet i astronomi — Kandidatprogrammet i fysik —
Kandidatprogrammet i meteorologi — Sjukhusfysikerprogrammet

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 båt ligger stilla för ankar i en flod. Den påverkas av vattnet med en kraft 2.00 kN, riktad söderut, och av vinden med en kraft 0.50 kN, riktad västerut. Hur stor är den horisontella komponenten av kraften med vilken ankarlinan påverkar båten?

A. 2.00 kN B. 2.06 kN C. 2.50 kN D. 4.25 kN

2. Två barn (Barn 1 och Barn 2) sitter på var sin ände av en gungbräda, som är i jämvikt. Gungbrädans längd är ℓ och Barn 1 sitter på avståndet $x\ell$ från gungbrädans upphängningspunkt. Vad är kvoten m_1/m_2 , där m_i , $i = 1, 2$, är vikten för Barn i ?

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

3. Vid vilket fart är en massiv partikels rörelseenergi $1/4$ av dess energi i vila?

A. $\frac{c}{\sqrt{2}}$ B. $\frac{c}{2}$ C. $\frac{3c}{5}$ D. Det beror på vilken sorts partikel det rör sig om

4. En kropp med massan m är upphängd i en vertikal fjäder, vars andra ände sitter fast i taket. Den utför vertikala svängningar runt sitt jämviktsläge med amplituden a . Hur stor är den maximala kraften i fjädern?

A. mg B. ma C. mga D. Kan ej avgöras utan ytterligare information

5. Två kroppar har massorna m respektive M . De rör sig från början med hastigheterna v riktad i positiv x -led respektive v riktad i negativ x -led. Massorna kolliderar sedan i en helt inelastisk stöt, dvs. de bildar efter kollisionen en ny kropp med massan $M + m$. Kollisionen är "rak", dvs. ingen rotation äger rum efter stöten. Hur stor andel av rörelseenergin går förlorad i stöten?

- A. $\frac{1}{2}$ B. $\frac{|M-m|}{M+m}$ C. $\frac{4mM}{(M+m)^2}$ D. Kan ej avgöras utan ytterligare information

6. En heliumatom har två elektroner. I vilka orbitaler är dessa (i heliumatomens grundtillstånd)?

- A. 1s och 1s B. 1s och 2s C. 1s och 1p D. 1s och 2p

7. Det mänskliga örat har en känslighet för tonhöjd som gör att man väl kan urskilja frekvensskillnader under 1 Hz i frekvensområdet kring ettstrukna A, dvs. i närheten av 440 Hz. Antag att ett (tonsäkert) barn sjunger i denna tonhöjd medan det gungar i en normal gunga. Är det rimligt att en förälder som står stilla framför barnet observerar Dopplereffekten i barnets sång?

- A. Ja B. Nej C. Kan ej avgöras utan ytterligare information
D. Frågan är felformulerad, det uppstår ingen Dopplereffekt

8. Planeten Mars bana har en radie som är ungefär 1.5 gånger radien för jordens bana. Ungefär hur lång är Mars omloppstid runt solen?

- A. 0.7 år B. 1.5 år C. 1.9 år D. Kan ej avgöras utan ytterligare information

9. Vilket av följande alternativ är en riktig definition av kapacitans hos en kondensator?

- A. Elektrisk laddning dividerad med elektrisk fältstyrka
B. Spänning dividerad med elektrisk laddning
C. Elektrisk fältstyrka dividerad med elektrisk laddning
D. Inget av alternativen A, B eller C

10. Antalet stjärnor i det synliga universum har uppskattats till mellan 10^{22} och 10^{24} . Vilket av nedanstående alternativ ger den bästa jämförelsen med detta antal?

- A. Antalet sandkorn i en tesked sand
B. Antalet sandkorn i 1000 m^3 sand
C. Antalet atomer i en tesked sand
D. Antalet atomer i 1000 m^3 sand

11. När man iakttagert ett föremål genom ett förstoringsglas skall det betraktade föremålet placeras innanför linsens brännvidd. Vi betecknar brännvidden f , och föremålets avstånd från linsen b (då skall man alltså ha $b < f$). Vilken blir förstoringens förstoring, dvs. vilken är kvoten av storleken på den virtuella bilden och storleken på föremålet?

- A. f
- B. $\frac{f}{b}$
- C. $1/(1 - \frac{b}{f})$
- D. Kan ej avgöras utan ytterligare information.

12. Ett svart hål är inte helt "svart", utan strålar ut energi i form av s.k. Hawkingstrålning. Hawkingstrålningen är termisk strålning som svarar mot att ett svart hål med massa M har en temperatur T som ges av

$$k_B T = \frac{\hbar c^3}{8\pi G M} .$$

Detta är en kvantmekanisk effekt, som är helt försumbar för makroskopiska svarta hål. Låt oss likafullt betrakta Hawkingstrålningen från ett stort svart hål, det som finns i centrum av vintergatan. Dess massa är 4-5 miljoner gånger solens massa, och dess radie c:a 2×10^7 km. Vilken är den typiska ungefärliga våglängden för denna strålning? (Radien för ett svart hål är $R = \frac{2GM}{c^2}$.)

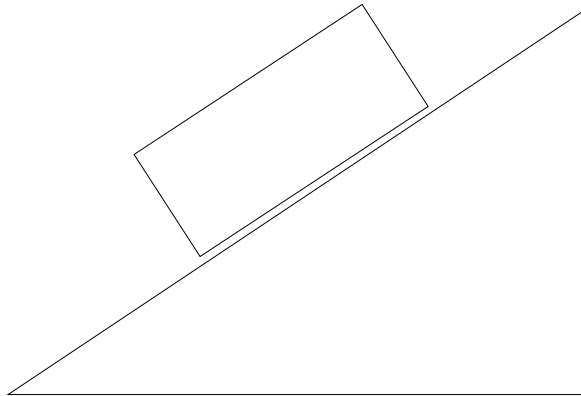
- A. I samma storleksordning som Plancklängden
- B. I samma storleksordning som mikrovågor
- C. I samma storleksordning som det svarta hålets radie
- D. I samma storleksordning som radien hos det synliga universum

13. Man brukar säga att månen roterar runt jorden, och det stämmer ungefärligt eftersom jorden är mycket tyngre än månen. Ett mer precist påstående är att månen och jorden roterar runt sitt gemensamma masscentrum. Vad ligger detta?

- A. Inne i jorden
- B. Mellan jorden och månen, närmare jorden än månen
- C. Mellan jorden och månen, närmare månen än jorden
- D. Inne i månen

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

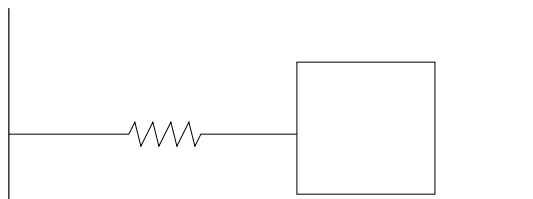
14. En kropp ligger stilla på ett sluttande plan med lutningen 30° . Hur stor behöver den statiska friktionskoefficienten minst vara?



15. Hur stor volym behöver en ballong fylld med helium ha för att kunna lyfta 1 ton? (Helium har atommassa 4 u, luft kan betraktas som en gas med molekylmassa c:a 29 u.)

16. Enheten för effekt, W (Watt), är inte en grundenhet i SI-systemet. Uttryck den i termer av grundenheterna meter (m), sekund (s), kilogram (kg) och Ampère (A).

17. En kropp med massan m glider på ett horisontellt plan. Den sitter fast i en (idealiserad) fjäder med fjäderkonstant k , och friktionen mot planet beskrivs av friktionskoefficienten μ . Kroppen släpps från vila på avståndet a från jämviktsläget (fjäders ospända läge). Det får förutsättas att $ka > \mu mg$, så att kroppen börjar röra sig då den släpps. Hur lång sträcka har kroppen rört sig då dess hastighet är 0 för första gången sedan den släppts?



18. En idealiserad elektrisk krets bildas av de 12 kanterna på en kub. Vardera kant har resistansen R . Hur stor är resistansen mellan två motsatta hörn?

19. En motorcykel accelererar med konstant acceleration från stillastående till farten $v_0 = 90$ km/h på en raksträcka under en tidsrymd t_0 . Hastigheten från $t = 0$ till $t = t_0$ ges av

$$v(t) = v_0 \left(\frac{t}{t_0} \right)^2 .$$

Hur stor är motorcykelns medelhastighet under denna tid?

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

20. Vattenkraftverket Olidan i Trollhättan invigdes 1910 som det första storskaliga vattenkraftverket i Sverige, och är fortfarande i drift. Enligt ägarens, Vattenfalls, hemsida är fallhöjden 32 m, flödet $280 \text{ m}^3/\text{s}$ och den maximala levererade elektriska effekten 104 MW. Kontrollera rimligheten i dessa uppgifter.

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	$M_{\odot} \approx 1.99 \times 10^{30} \text{ kg}$
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	$R = N_A k_B$