Tyngdpunkten 2026

Lättare

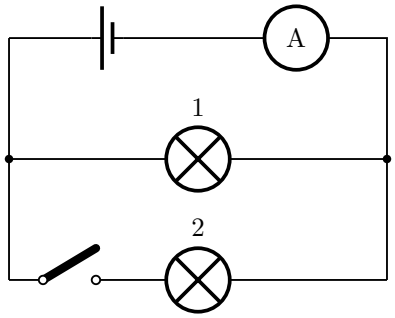
November 2026

Varje uppgift kan ge högst 10 poäng. På uppgifter med flera deluppgifter kan poäng ges för en deluppgift även om de tidigare inte är lösta. Välmotiverade grafiska lösningar ger alltid full poäng. Lycka till!

1. En fallande fysiker Nobelpristagaren i fysik 2023, Anne L'Huillier,[1] åker attraktionen fritt fall på Gröna Lund. Gondolen släpps 80 meter upp i luften och Anne faller sedan fritt, tills magnetbromsarna börjar verka 30 meter över marken. Hur länge faller hon fritt? Du kan försumma luftmotstånd och friktion.

2. Robyns glödlampodlamporor

a) I elkretsen som Robyn har byggt finns två glödlampor med samma resistans, se figur 1. När strömbrytaren är öppen visar amperemetern 0,6 A. Vad blir strömmen om man sluter strömbrytaren så att den andra glödlampan ansluts till kretsen?



Figur 1: Robyns elkrets.

b) Robyn byter sedan ut glödlamporna mot två glödlampor med olika resistans: glödlampa 1, som alltid är inkopplad, och glödlampa 2, som sitter vid strömbrytaren. När båda är inkopplade i kretsen visar amperemetern 1,0 A, och när glödlampa 2 kopplas bort visar den 0,7 A. Batteriets spänning är 3,5 V. Vad är resistansen hos glödlampa 2?

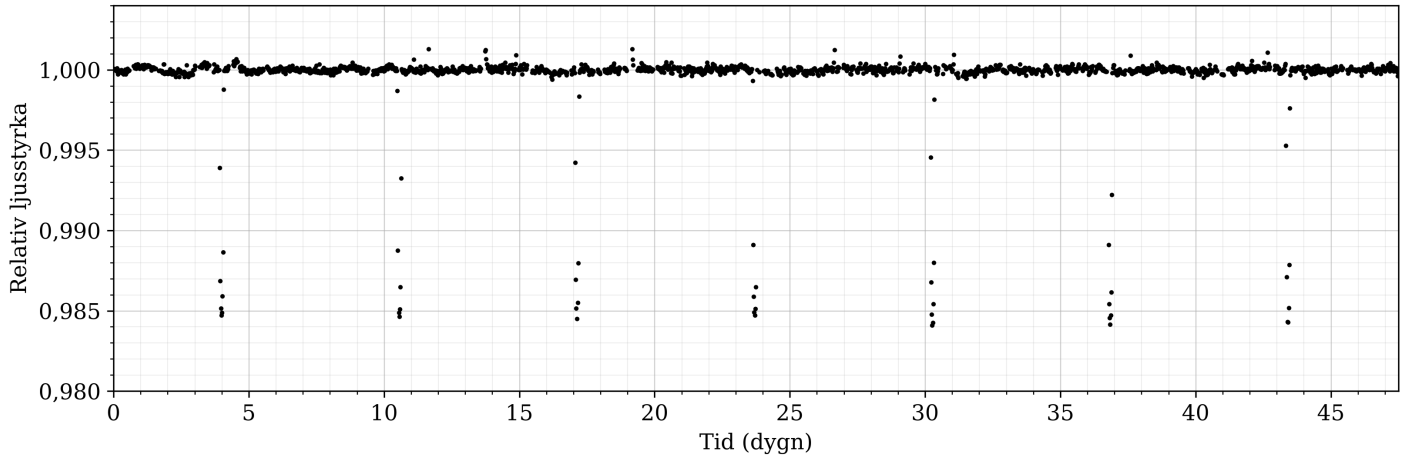
3. Kokar eller kokad Åh nej! Patrik kom på att han hade glömt att stänga av kokplattan när han åkte till jobbet i morse. Lyckligtvis är han fysiklärare och kan räkna ut när han senast måste vara hemma innan kastrullen blir torr. Han vet att han hade ungefär 2 liter 20-gradigt vatten i kastrullen och att hans kokplatta tillför 1200 W. Hur länge kan Patrik vara borta innan kastrullen kokar torr? Bortse från värmeutbyte med omgivningen samt kastrullens värmekapacitet.

4. Japan is turning footsteps into electricity Piezoelektrisk elgenerering tar tillvara energin från människors fotsteg och omvandlar den till elektricitet. Systemet fungerar genom att golvplattor placeras på marken, och under plattorna finns ett speciellt material som alstrar en spänning när det deformeras. Tänk dig nu att hela Sveriges yta täcks av sådana elgenererande plattor. Gör rimliga antaganden och uppskatta hur många mobiltelefoner som skulle kunna laddas varje dag med den elektricitet som produceras.

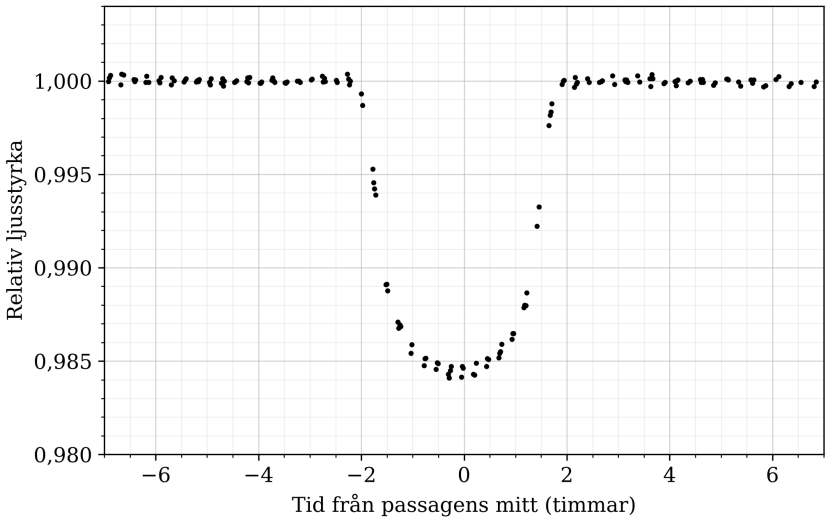
Anmärkning: Poängen baseras främst på resonemang och motiveringar, inte på det numeriska svaret.

[1] Anne L'Huillier är verksam på Lunds universitet som fysikprofessor och fick 2023 års Nobelpris i fysik för experimentella metoder där hon genererade ljuspulser som varade i attosekunder(10^{-18} s)!

5. EXO-EXOplanet När en planet passerar framför sin stjärna, sett från jorden, skymmer den en liten del av stjärnan och stjärnans ljusstyrka minskar lite grann.[2] Figur 2 visar hur ljusstyrkan från stjärnan K2-140 varierade under knappt 48 dygn, uppmätt av rymdteleskopet Kepler. I figur 3 har alla passager i figur 2 lagts ovanpå varandra så att formen på en passage syns tydligare. Stjärnan K2-140 har massan $1{,}00\,M_\odot$[3] och radien $0{,}99\,R_\odot$, där $M_\odot = 1{,}99 \cdot 10^{30}$ kg och $R_\odot = 6{,}96 \cdot 10^8$ m. Anta att planetens bana är en cirkel och att planetens massa är försumbar jämfört med stjärnans.



Figur 2: Stjärnan K2-140:s relativa ljusstyrka som funktion av tiden. Ljusstyrkan 1 motsvarar stjärnans normala ljusstyrka. Data: NASA, Kepler/K2.



Figur 3: Alla passager från figur 2 lagda ovanpå varandra, som funktion av tiden från passagens mitt.

a) Bestäm planetens omloppstid.

b) Bestäm planetens avstånd till stjärnan.

Ledning: Keplers tredje lag ger $\dfrac{T^2}{a^3} = \dfrac{4\pi^2}{GM}$, där T är omloppstiden, a är avståndet till stjärnan och M är stjärnans massa.

c) Bestäm planetens radie. Jämför med jordens radie, $R_\oplus = 6{,}37 \cdot 10^6$ m.

[2] Detta kallas en *planetpassage* (eller transit) och är det vanligaste sättet att hitta planeter runt andra stjärnor, så kallade exoplaneter.

[3] $M_\odot$ är en astronomisk beteckning för solens massa. K2-140 är alltså mycket lik vår sol, frågan är om planeten även är mycket lik vår jord...

6. Imaging Dragons Teknetium-99m och fluor-18 är två radioaktiva isotoper som används vid medicinska bildundersökningar. Teknetium-99m har en halveringstid på 6,0 timmar medan fluor-18 har en halveringstid på 110 minuter. Ett prov från en patient innehåller båda ämnena, men i okända proportioner. För att ta reda på proportionerna görs två mätningar. Omedelbart efter att provet har tagits mäts den totala aktiviteten till 800 kBq. Efter 40 minuter mäts aktiviteten igen och är då 670 kBq. Vad var proportionerna av teknetium-99m respektive fluor-18 i det ursprungliga provet, sett till antalet atomkärnor?

7. Neutron + stjärna = sant I vanliga fall sönderfaller fria neutroner enligt följande reaktion:

$$n \to p^+ + e^- + \bar{\nu}_e$$

I neutronstjärnor är trycket så högt att denna reaktion inte kan ske. På grund av den mycket starka gravitationen sker i stället en annan reaktion, något som kallas elektroninfångning:

$$p^+ + e^- \to n + \nu_e$$

Protonens, neutronens och elektronens massor är $m_p = 1{,}007276$ u, $m_n = 1{,}008664$ u och $m_e = 0{,}00054858$ u. Neutrinons massa är inte känd exakt, men ligger någonstans mellan 0 och $5 \cdot 10^{-10}$ u.[4] Beräkna den minsta möjliga hastigheten som en elektron måste ha för att elektroninfångning ska kunna ske, givet att protonen är i vila.

Ledning: Vid dessa hastigheter måste den relativistiska formeln för rörelseenergi användas:

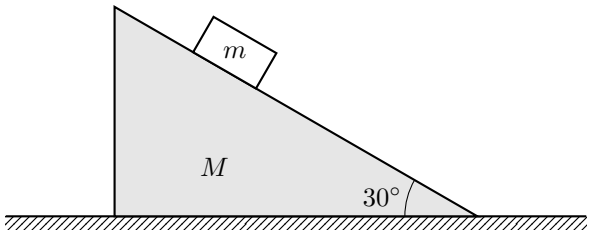
$$E_k = \left(\frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} - 1 \right) mc^2.$$

8. Lyftande lock och locklyftande I klassrummet har fysikläraren Nisse tagit fram en behållare bestående av en cylinder utan överdel med höjden 30 cm och diametern 10 cm. Behållaren är endast fylld med luft. Ovanpå cylindern placerar Nisse ett tättslutande lock som väger 0,5 kg. Locket ligger fritt ovanpå cylindern, det sitter alltså inte fast på något vis. Inledningsvis är luftens temperatur inuti behållaren 20 °C, samma som i resten av klassrummet, och därefter börjar Nisse värma upp den. Lufttrycket i klassrummet är 101,3 kPa.

a) Vid vilken temperatur börjar behållaren läcka luft?

b) Nisse fortsätter att värma tills luften i behållaren har temperaturen 80 °C. Sedan slutar han värma och väntar tills luften har svalnat till 20 °C igen. Hur stor kraft krävs nu för att lyfta locket?

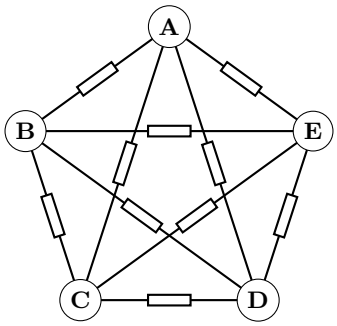
9. Den glidande kilen En kloss med massan 1,0 kg släpps från vila på en kil med massan 2,0 kg och lutningsvinkeln 30°. Kilen står på ett golv och kan röra sig fritt. Alla ytor är friktionsfria. Hur lång tid tar det för klossen att glida 1,0 m längs kilens yta?



Figur 4: Klossen glider nedför kilen, som kan röra sig fritt längs golvet.

[4] Länge trodde man att neutriner saknar massa. År 2015 fick Takaaki Kajita och Arthur B. McDonald Nobelpriset i fysik för att ha visat att neutriner kan byta mellan olika typer, något som bara är möjligt om de har massa. Exakt hur stor massan är vet man fortfarande inte.

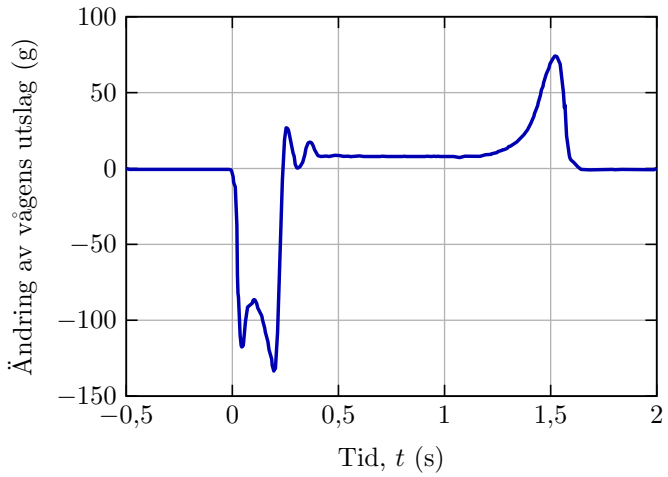
10. Astronomisk resistans Stjärnor är Nicos stora intresse, och för att hedra dessa har han gjort en stjärna av resistorer som alla har resistansen R, se figur 5. Stjärnan är alltså en komplett graf med 5 hörn, där varje kant är en resistor med resistansen R. Vad är resistansen mellan två av hörnen i pentagonen, till exempel mellan A och B?



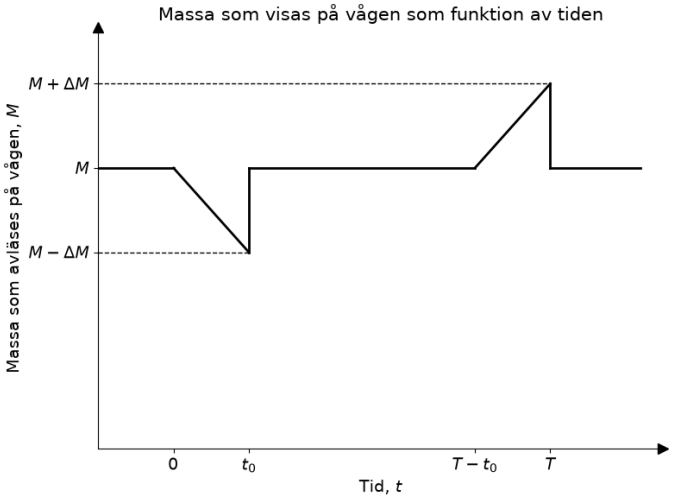
Figur 5: Nicos stjärna.

11. Sandkorn med stor påverkan Ett timglas står på en mycket precis köksvåg med all sand i den nedre halvan. Vid tiden $t = 0$ vänds timglaset snabbt upp och ned. Då hamnar all sand i den övre halvan och börjar rinna ned genom timglasets smala hals. Figur 6a visar hur vågens utslag förändras när detta görs i ett verkligt experiment. Figur 6b visar en förenklad modell av samma förlopp, där T är den tidpunkt då de sista sandkornen når timglasets botten.
Timglaset med sand har den totala massan M och höjden $2h$. Halsen sitter mitt på, alltså på höjden h över botten. Sanden rinner genom halsen med det konstanta massflödet Q (enhet kg/s). Gör följande antaganden:

- Sand som ännu inte har passerat halsen är i vila.
- Sandens volym är liten jämfört med timglasets. All sand faller därför hela sträckan h ned till botten.
- Luftmotståndet är försumbart, och sandkornen stannar helt när de träffar botten.



(a) Uppmätt förändring av vågens utslag (i gram) när timglaset vänds vid $t = 0$. Källa: A. Sack och T. Pöschel, *Am. J. Phys.* **85**, 98 (2017).



(b) Förenklad modell av vågens utslag. Utslaget är M före vändningen och efter att all sand har landat.

Figur 6: Vågens utslag som funktion av tiden när ett timglas vänds upp och ned.

a) Förklara kvalitativt, dvs. utan beräkningar, varför grafen i figur 6b ser ut som den gör. Beskriv vad som händer med sanden, och hur det påverkar vågens utslag, under vart och ett av tidsintervallen $0 < t < t_0$, $t_0 < t < T - t_0$ och $T - t_0 < t < T$. Förklara också varför utslaget ändras språngvis vid $t = t_0$ och $t = T$.

Ledning: Vågen mäter den normalkraft N som timglaset trycker på den med och visar massan N/g. Fundera också på vad som krävs för att bromsa in den sand som slår i botten.

b) Bestäm t_0 och ΔM uttryckta i (några av) storheterna M, h, Q och g. Visa också att vågen visar exakt M under intervallet $t_0 < t < T - t_0$.

Ledning: Betrakta en liten sandmassa $\mathrm{d}m = Q\,\mathrm{d}t$ som når botten under en kort tid $\mathrm{d}t$.