Tyngdpunkten

Lättare

November 2024

Varje uppgift kan ge högst 10 poäng. Lycka till!

1. (Stackars Newton!)

Enligt legenden upptäckte Isaac Newton sin gravitationslag när han satt och filosoferade under ett äppelträd och ett äpple föll ner på hans huvud. Anta att grenen från vilken äpplet föll var 2.0 m över Newtons huvud och bestäm med vilken fart äpplet träffade den stackars vetenskapsmannen. Bortse från luftmotståndet.

2. (Två kulor)

Exakt lika mycket värmeenergi tillförs till två identiska metallbollar. Den ena bollen ligger på ett bord och den andra hänger i ett snöre från taket. Anta att ingen värme överförs mellan bollarna och omgivningen (inte heller mellan bollarna och bordet eller snöret). Vilken boll får högst temperatur? Motivera ditt svar.

3. (Fallande höstlöv)

Nu är hösten snart slut. Alla vackra höstlöv har fallit, och snart hör man julsånger var man än går. Uppskatta den potentiella energin som frigjordes i år då alla Sveriges höstlöv föll ned på marken från träden!

Anmärkning: Poängen ni får baseras på era resonemang och motiveringar snarare än på ert numeriska svar.

4. (Dykning)

En person hoppar ned i vatten från höjden $h = 10\,\mathrm{m}$. Till vilket djup H sjunker personen om *alla friktionsförluster (mot luft och mot vatten) försummas*? Personen har massan $m = 60\,\mathrm{kg}$ och volymen $V = 66\,\mathrm{l}$. Vattnets densitet är $\rho = 1000\,\mathrm{kg/m^3}$, och du kan använda $g = 10\,\mathrm{m/s^2}$. Baserat på ditt svar, är det rimligt att försumma friktionen?

Anmärkning: Du behöver inte ta hänsyn till att personen under en viss tid inte är helt nedsänkt i vattnet.

5. (Friktionskoefficient)

Bestäm experimentellt friktionskoefficienten μ mellan två papper. Beskriv utförligt hur du går tillväga.

Tillåtna hjälpmedel: Linjal, papper (t.ex. provpapper), miniräknare. Du får speciellt *inte* använda dynamometer.

Anmärkning: På denna uppgift bedöms i första hand er lösningsmetod, och inte ert numeriska svar. Dock krävs en genomförd mätning och ett numeriskt svar för full poäng!

6. (En växande bubbla)

En luftbubbla flyter upp från botten av ett vattendrag. En fisk såg att bubblan på djupet $H = 6.0\,\mathrm{m}$ hade volymen $V = 10\,\mathrm{mm^3}$. Vilken volym kommer bubblan att ha när den når vattenytan? Anta att vattnets temperatur inte beror på höjden. Ni kan behöva er tabellsamling!

7. (En okänd planet)

Du befinner dig på toppen av ett 1015 m högt torn på en okänd planet. Det är perfekt sikt men på grund av planetytans krökning kan du endast se saker på ytan som befinner sig som mest 65.61 km bort (där avståndet räknas längs en rät linje från din position på toppen av tornet). När du släpper en boll från toppen av tornet tar det 25.42 s för bollen att nå marken. Vad är planetens massa? Eftersom atmosfären är tunn kan du försumma luftmotståndet. Du kan även anta att planeten är ett perfekt klot.

Ledning: Newtons gravitationslag säger att storleken på gravitationskraften mellan två kroppar med massor m_1 och m_2 ges av

$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2},$$

där r är avstånden mellan kropparnas tyngdpunkter och $G \approx 6.674 \times 10^{-11}\,\mathrm{Nm^2kg^{-2}}$ är en konstant. I detta fall kan du sätta r till planetens radie, eftrsom tornets höjd är liten i jämförelse med planetens radie

8. (Ljusbrytning)

Du ska mäta vattnets brytningsindex. Du fyller en stor hink (med platt botten) med vatten till djupet $d = 20.0\,\mathrm{cm}$. Du väljer sedan en punkt P på vattenytan. Du lyser på punkten P med en laser, så att laserstrålen har infallsvinkeln α (se Figur 1). Du kollar sedan var laserstrålen träffar botten av bägaren. Slutligen mäter du avståndet x mellan den punkt där lasern träffar bägarens botten och den punkt på bottnen som befinner sig rakt under P (med andra ord: den punkt som laserstrålen hade träffat om infallsvinkeln var $\alpha = 0$). Dina uppmätta data finns i Tabell 1 nedan.

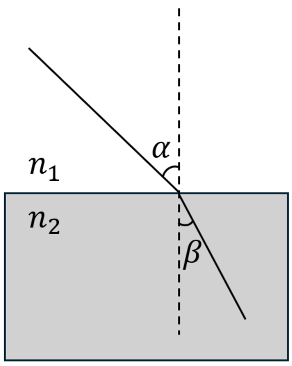
Uppgift: Bestäm med hjälp av de givna mätpunkterna ett värde för vattnets brytningsindex n. Du kan anta att luft har brytningsindex $n_{luft} = 1$.

Tabell 1: Uppmätta värden på avståndet x vid olika infallsvinklar α

α [grader]	x [cm]
0	0
10	2.4
20	5.0
30	8.7
40	10.6
50	15.0
60	17.5

Anmärkning: För full poäng krävs att *all* information i Tabell 1 används, gärna i form av en graf. Endast en del av poängen kan erhållas om bara en datapunkt används.

Ledning: Hur ljus bryts när det går från ett medium med brytningsindex n_1 till ett medium med brytningsindex n_2 beskrivs av Snells lag. Lagen säger att $n_1 \sin(\alpha) = n_2 \sin(\beta)$, där α är infallsvinkeln och β är brytningsvinkeln (se Figur 1).



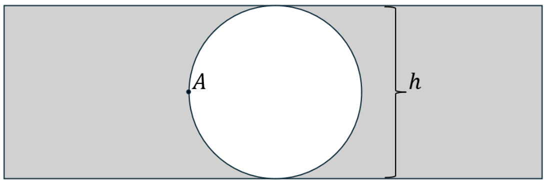
Figur 1: Bilden visar en stråle som bryts när den går från ett medium med brytningsindex n_1 till ett medium med brytningsindex n_2. Infallsvinkeln α förhåller sig till brytningsvinkeln β enligt Snells lag: $n_1 \sin(\alpha) = n_2 \sin(\beta)$.

9. (En oändlig laddad platta)

Du har en oändligt stor homogent laddad platta med tjockleken h och volymladdningstätheten (laddning per volymenhet) ρ. Plattans laddning är positiv, dvs. $\rho > 0$. En råtta har ätit upp ett perfekt klot med diameter h i plattan (se Figur 2). Beräkna det elektriska fältet i punkten A till storlek och riktning!

Ledning 1: Det elektriska fältet utanför (och på randen av) ett homogent laddat klot med den totala laddnignen $Q > 0$ på avståndet r från klotets centrum har storleken $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{Q}{r^2}$, där ϵ_0 är den s.k. *elektriska konstanten*[1]. Fältet pekar ut från klotets centrum. (Fältet är alltså likadant som fältet från en punkladdning med laddning Q placerad i klotets mitt).

Ledning 2: Använd symmetriargument!



Figur 2: Bilden visar ett tvärsnitt av den laddade plattan. Notera dock att plattan är oändligt stor - i figuren syns av rimlig anledning bara en del.

10. (Fyra resistorer)

Du har fyra resistorer med resistanserna $10\,\Omega$, $20\,\Omega$, $30\,\Omega$ och $40\,\Omega$. Du har även en spänningskälla med EMS (Elektromotorisk Spänning) $\mathcal{E} = 20\,\text{V}$ och inre restistans $r = 25\,\Omega$. Hur ska du koppla in resistorerna till spänningskällan så att effekten som utvecklas *i resistorerna* blir maximal? Du måste använda varje resistor precis en gång. Motivera ditt svar!

Ledning: Använd din grafritande räknare!

Lycka till!

[1]Du är kanske van vid att använda den s.k. *Coulombs konstant* k istället. Den förhåller sig till ϵ_0 enligt $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$.