

WALLENBERGS FYSIKPRIS 2014

Tävlingsuppgifter (Finaltävlingen)

Riv loss detta blad och lägg det överst tillsammans med de lösta tävlingsuppgifterna i plast-mappen. Resten av detta uppgiftshäfte får du behålla.

Fyll i uppgifterna nedan. Texta!

Namn: _____

Skola och ort: _____

Markera med ett kryss i respektive ruta de uppgifter du lämnat lösningar till. Även en påbörjad men ej slutförd lösning kan ge poäng.

Uppgift	1	2	3	4	5
Lösning lämnad					

Endast markerade uppgifter kommer att bedömas!

Skrivtid: 4 timmar (den 3 maj 2014)

Tillåtna hjälpmedel: Räknare (ej programmerbar, grafritande eller symbolhanterande), linjal (alltså ej formelsamling)

- Motivera dina resonemang ordentligt!
 - Dåligt motiverade lösningar ger lägre poäng. En lösning som endast består av ett antal rader med ekvationer utan kommentarer betraktas som dåligt motiverad.
 - Rita tydliga figurer och ange vad dina beteckningar betyder!
 - Bemöda dig om att göra dina lösningar lätta att följa!
-

Uppgift	1	2	3	4	5	Σ
Poäng						
Signatur						

Skriv inget i denna tabell!



WALLENBERGS FYSIKPRIS

FINALTÄVLING

3 maj 2014

SVENSKA FYSIKERSAMFUNDET

1. En dammsugare ansluts till vägguttagets nätspänning på 230 V. Via en effektmätare mäts medeleffekt respektive skenbar medeleffekt till 1350 W respektive 1850 VA. Du kan betrakta kretsen som en resistor och en spole kopplade i serie till vägguttaget.

(a) Rita ett visardiagram med skalenliga visare för totalspänning samt spänning över resistor och spole.

(b) Om fasförskjutningen mellan spänning och ström blir för stor flyter onödigt mycket ström i kretsen. Då kan så kallad faskompensering vara lämplig genom att en kondensator med väl vald kapacitans kopplas i serie med övriga komponenter. Hur stor kapacitiv reaktans ska kondensatorn ha för att fasförskjutningen ska bli noll för en faskompenserad dammsugare med ovanstående egenskaper?

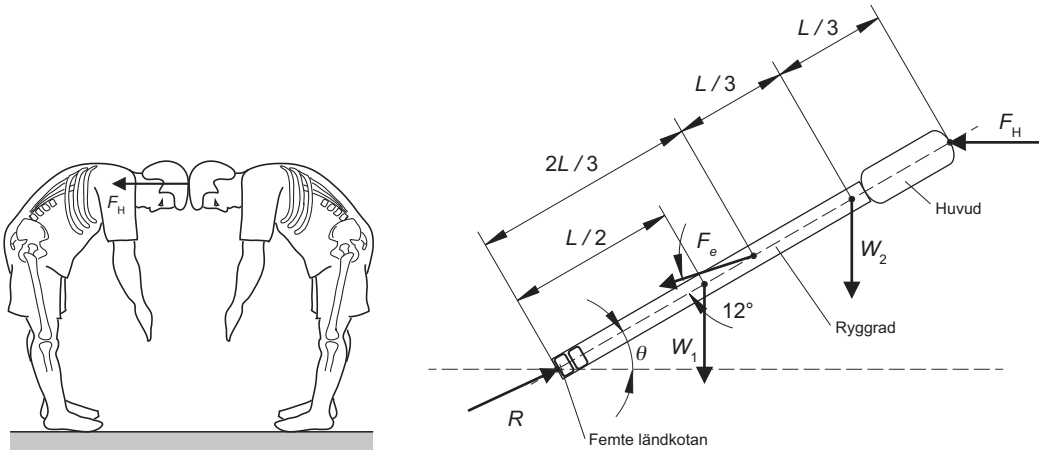
(c) Beräkna den totala impedansen för de båda fallen ovan.

Ledning: $P = UI \cos \varphi$



Tidig dammsugare (ca 1908). Bild från http://en.wikipedia.org/wiki/Vacuum_cleaner

2. Sjukvårdspersonal tvingas ofta att utföra tunga lyft i framåtböjd ställning. För att minska påfrestningarna på ryggen då man till exempel lyfter en patient som ligger i en säng kan man, om man är två, föra ihop huvudena enligt figuren nedan. Varje person kommer då att påverkas av en tryckkraft F_H som kan antas vara horisontell.



I en förenklad modell kan ryggraden, med längden L , och huvudet betraktas som en balk med längden $\frac{4L}{3}$. Balken antas bilda vinkeln θ med horisontalplanet och påverkas av följande krafter:

- Kraft R på femte ländkotan från korsbenet.
- Kraft F_e från raka ryggmuskeln (*erector spinae*). Antas angripa på avståndet $2L/3$ från femte ländkotan och bilda vinkeln 12° med ryggraden.
- Kraft W_1 (från omgivande vävnad) som representerar bälens tyngd. Storleken kan antas vara $W_1 = 0,40mg$, där m är sjukvårdarens massa.
- Kraft W_2 (från omgivande vävnad) som representerar tyngden av huvudet, armar och det som lyfts. Storleken kan antas vara $W_2 = 0,20mg + Mg$, där M är den del av patientens massa som varje sjukvårdare lyfter.
- Kraft F_H från den andre sjukvårdaren.

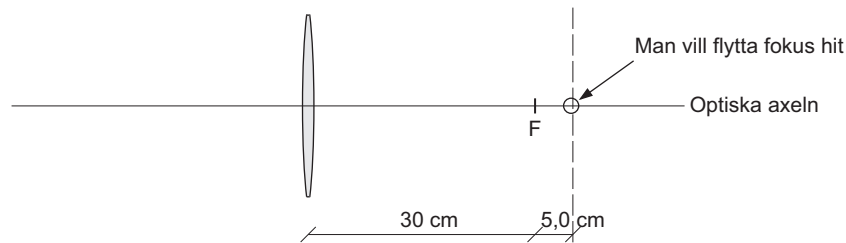
Krafternas angreppspunkter framgår av figuren ovan.

(a) Antag att $m = 65 \text{ kg}$, $M = 20 \text{ kg}$, $\theta = 30^\circ$ och bestäm kraften R på femte ländkotan till storlek och riktning om man *inte* stöder sig mot varandra, det vill säga i det fall då $F_H = 0$.

(b) Antag att sjukvårdarna stöder sig mot varandra så att $F_H = 0,20 \text{ kN}$. Bestäm kraften R till storlek och riktning.

Observera att verkningslinjen för R ej nödvändigtvis går exakt i ryggradens riktning.

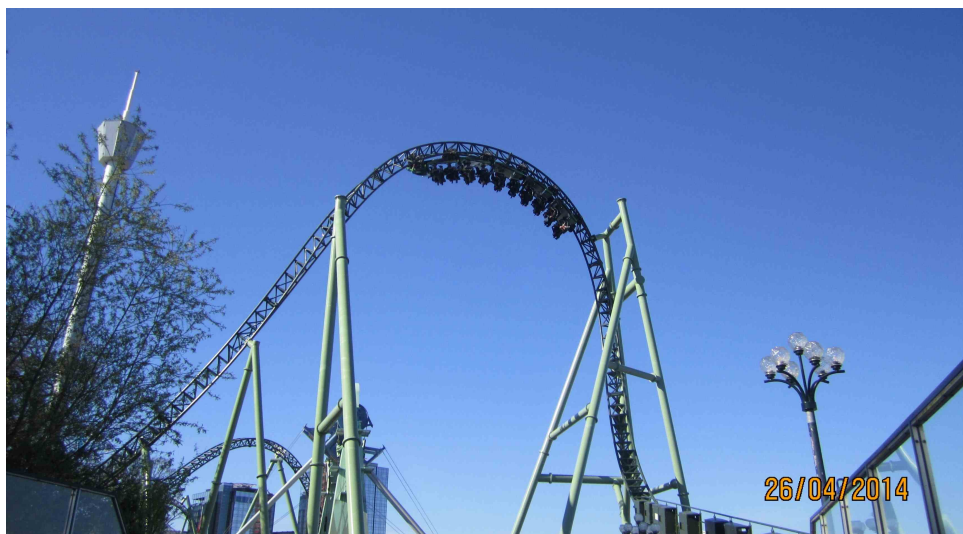
3. En tunn positiv lins har brännvidden 30 cm. Med denna lins vill man avbilda ett mycket avlägset föremål på en skärm 35 cm från linsen. Detta är möjligt om man placerar en planparallell glasplatta mellan linsen och skärmen. Hur tjock skall plattan vara och hur skall den placeras för att man skall få en skarp bild på skärmen? Glasplattan har brytningsindex 1,50. Räkna med paraxiala strålar, det vill säga strålar som går nära och med liten vinkel mot optiska axeln.



Ledning: $\sin(\alpha - \beta) = \sin \alpha \cos \beta - \cos \alpha \sin \beta$

4. I oktober 2012 lanserades "Projekt Helix" på Liseberg – en ny stor berg- och dalbana inför våremiären 2014. Den klassiska Lisebergbanan får nu sällskap på berget av en något längre bana, med många nya element och exempel på ny teknik. Bland annat innehåller den två accelerationszoner, där tåget tillförs energi med linjära synkronmotorer (LSM). Efter den andra accelerationszonen, där tåget får farten 23,5 m/s, går tåget upp i en inverterad Top Hat, där man åker under spåret.

I bilaga A (längst bak i detta häfte) finns en ritningsdetalj och en tabell med värden för höjd, lutning och avstånd till nästa stolpe för några stolpar från slutet av den andra accelerationszonen. Använd data i bilaga A för beräkningarna nedan. Bortse från eventuellt rull- och luftmotstånd.



- (a) Hur fort åker man förbi stolpe 131 och banans högsta punkt?
 (b) Uppskatta krökningsradien i högsta punkten och uppskatta centripetalaccelerationen.

(c) Uppskatta krökningsradien och centripetalacceleration vid stolpe 131.

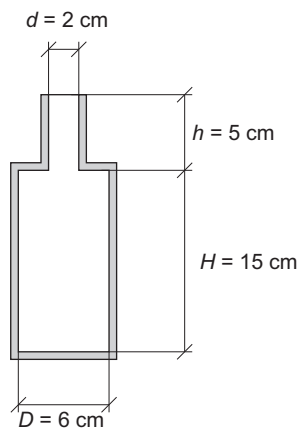
(d) Rita frikroppsdiagram (kraftfigur) för en person som passerar högsta punkten och stolpe 131.

(e) Hur stor är den totala accelerationen i dessa punkter?

(f) Diskutera hur resultaten förändras, om man tar hänsyn till tågets längd (12,5 m) och till att tåget åker under spåret i högsta punkten.

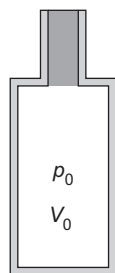
5. Som du kanske lagt märke till kan man alstra ljud genom att blåsa i en flaska. För en vanlig 33 cl glasflaska uppstår då en ton med frekvens $f \approx 180$ Hz. Denna uppgift går ut på att förstå hur tonen uppstår.

(a) Första gissning: Kanske en stående ljudvåg bildas i flaskan? Behandla flaskan som en cylinder med en öppen och en stängd ände. Beräkna grundtonsfrekvensen för en stående ljudvåg.

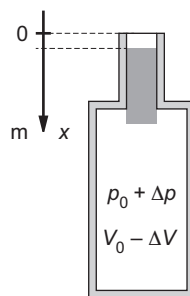


(b) Frekvensen för den tänkta stående vågen i (a) stämmer inte så bra med den uppmätta. En bättre modell skulle kunna vara att anta att tonen orsakas av att ett luftpaket i flaskhalsen rör sig upp och ner. Därvid komprimeras och expanderar gasen i flaskans kropp, som då verkar med en återförande kraft på luftpaketet (se figur nedan). Antag att luften i flaskans kropp komprimeras adiabatiskt från jämviktstillståndet (1) till tillståndet (2). Hur stort är det resulterande trycket $p = p_0 + \Delta p$, som funktion av x ?

$$p_0 = 1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa}$$



(1)



(2)

- (c) Antag att $x \ll H$. Visa att den återförande kraften som verkar på luftpaketet kan skrivas $F = -kx$, där x är avståndet från jämviktsläget. Bestäm k .
- (d) Vilken frekvens kommer luftpaketet att oscillera med enligt denna modell? Jämför med den experimentellt uppmätta frekvensen.
- (e) Vi har antagit adiabatisk kompression och expansion. Varför är detta ett rimligare antagande än att temperaturen hålls konstant? Vi har också antagit att trycket är detsamma överallt i flaskans kropp. Är detta antagande rimligt? (Ledning: Hur förhåller sig ljudvågornas våglängd till flaskans höjd?)

Ledning:

- **Adiabatisk process**

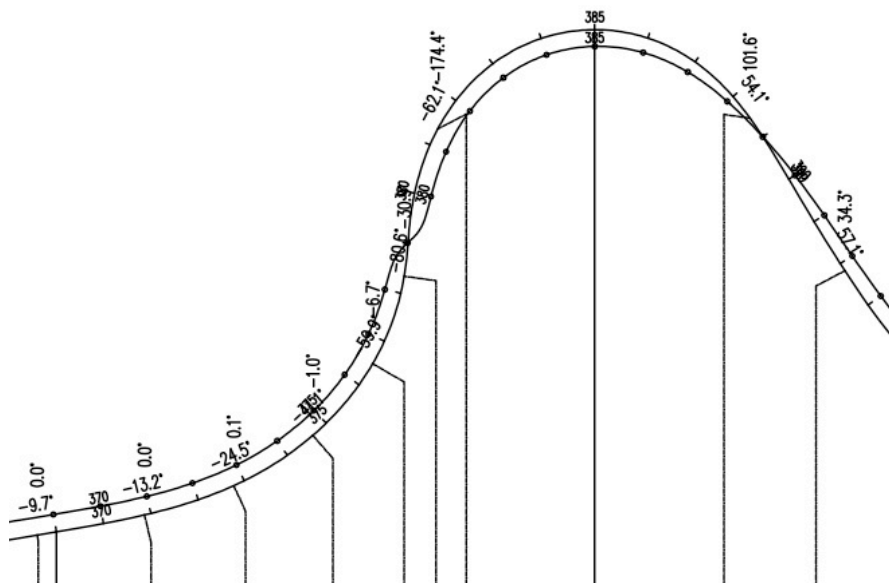
Om en gas expanderar eller komprimeras utan utbyte av värme med omgivningen säger man att gasen expanderar eller komprimeras *adiabatiskt*. För en idealgas gäller då att $pV^\gamma = \text{konstant}$, där värdet på γ beror på gasen.

För luft vid rumstemperatur och 1 atm tryck gäller att $\gamma = 1,4$.

- Ideala gaslagen: $pV = nRT$
- Luftens densitet vid 15 °C, 1 atm: 1,2 kg/m³
Ljudets hastighet i luft vid 15 °C, 1 atm: 340 m/s
- Allmänt gäller: $(1 + x)^\alpha \approx 1 + \alpha x$ för alla $x \ll 1$.

(Notera att även den stående vågen i (a) kan ses som en adiabatisk process, vilket ger ljudfarten $\sqrt{\gamma p / \rho}$.)

Bilaga A: Data till uppgift 4



Stolpe	Avstånd till nästa stolpe (m)	Höjd (m)	Lutning
129	5,762	42,21	-9,7
(Accelerations-zon slut)		42,38	-9,7
130	4,822	43,24	-13,2
131	4,447	44,74	-24,5
132	3,637	47,32	-42,2
133	1,638	50,99	-59,9
134	1,054	55,48	-80,6
135	13,139	63,03	-62,1
Top Hat		68,13	0
136	4,706	63,59	54,1
137	5,609	55,77	57,1