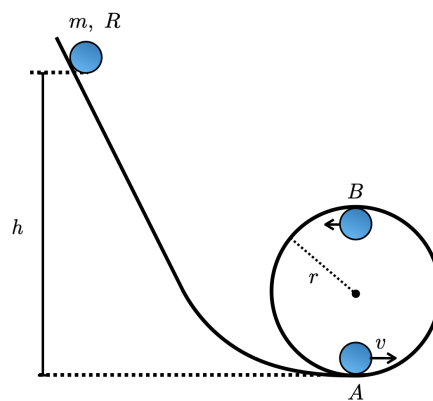


FYSIKK-OLYMPIADEN 2024

Finale: Kl. 8:30 - 11:30, fredag 15. mars - 2024

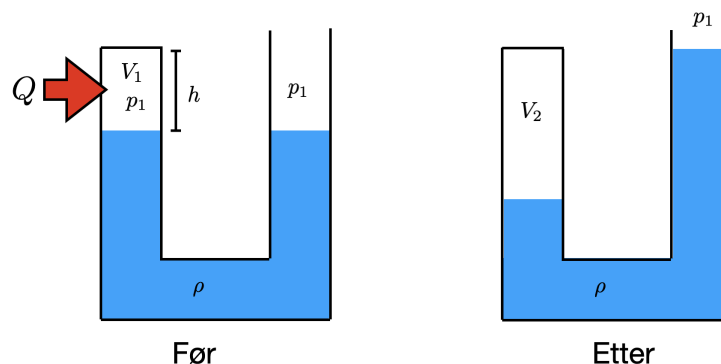
Oppgave 1

Ei kule ruller i fra ro ned en helning, se figur. Kula har massen m og har radius R . Den starter i en høyde h over punktet A . Vi skal anta at kula ruller uten å gli og at det er ingen rullemotstand.



- Finne farten, v , til kula i punktet A .
- Kula går så inn i en loop med radius r . Finn den største radien r slik at kula fortsatt klarer å følge banen i punktet B (på toppen).

Oppgave 2



Vi har et U-formet rør som er lufttett i den ene enden, mens den andre enden er åpen. Det er nitrogengass med volum V_1 i den lufttette enden og røret er fylt med en inkompressibel væske med tetthet ρ . Først er trykket i nitrogengassen lik trykket i omgivelsene, p_1 , se figur. Temperaturen er også lik.

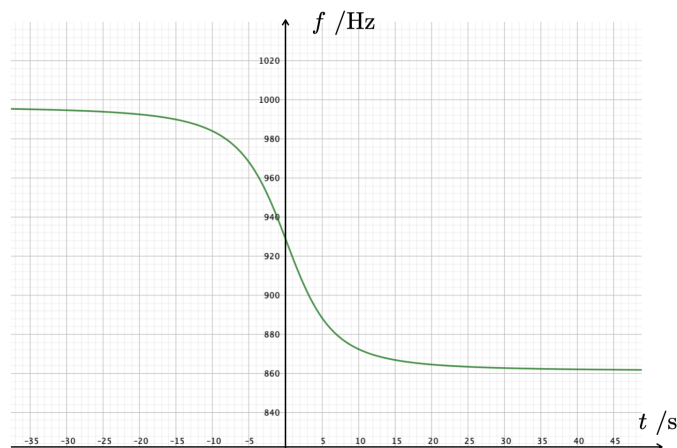
Vi antar så at vi tilfører en varme Q , så fort til nitrogengassen at gassen ikke har tid til å ekspandere (isokor prosess). Etter at varmen er tilført ekspanderer så nitrogengassen til det dobbelte volumet $V_2 = 2V_1$. Vi antar at det er inget varmetap og at systemet ellers er i likevekt etter ekspansjonen.

Finn et uttrykk for hvor mye varme som ble tilført, Q .

Vi minner om at nitrogengass er en toatomig gass slik at $E_k = \frac{5}{2}Nk_B T$, og $\gamma = 7/2$ kan brukes.

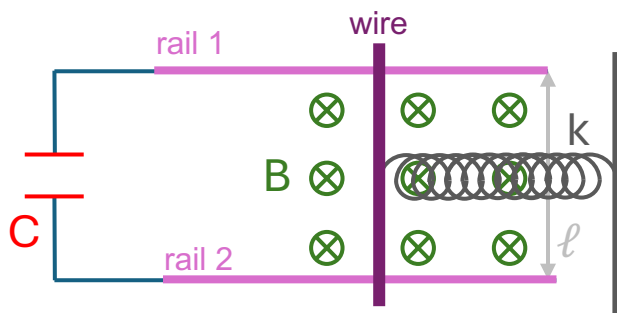
Oppgave 3

Odd befinner seg på et tog som går langs en rett jernbanestrekning med konstant fart. I en viss avstand fra togbaneskinne står hans tvilling Even. Mens toget passerer spiller Odd av en lyd med konstant frekvens, f_0 . Even tar opp denne lyden og lager en graf av frekvensen som han observerer, som funksjon av tiden, se figur. Her er $t = 0$ da Even ser toget passere det nærmeste punktet.



Finn frekvensen f_0 , og farta til toget. Anta at lydfarta er 343 m/s.

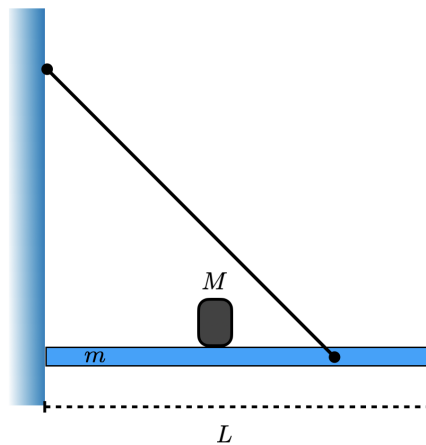
Oppgave 4



En ledende stav med masse m og ignorerbar resistans er plassert på to ledende skinner, se figur. Skinnene har avstand ℓ og kan ansees som friksjonsløse. De to skinnene er koplet til en kondensator med kapasitans C . Lederen med masse m er koplet til en ikke-ledende fjær med fjærkonstant k . Det er også et område med et homogent magnetisk felt, B , indikert med grønne kryss.

- Vis at den ledende staven oscillerer som en harmonisk oscillator med en gitt vinkelfrekvens ω .
- Bestem denne vinkelfrekvensen ω og uttrykk den med B, ℓ, C, k og m . Hvilke type kretser bestående kun av elektriske komponenter som motstander, kondensatorer og induktanser, kan en lage som kan få en tilsvarende harmonisk oscillasjon i strømmen? Hvordan kan du få den til å starte denne oscillasjonen?

Oppgave 5



Ei hylle med masse $m = 2,0$ kg og lengde $L = 80$ cm henger horisontalt på en vegg, se figur. Massemiddepunktet til hylla er midt på hylla. Den er opphengt med en snor hvor snora danner 45° med hylla, som er festet i hylla 60 cm fra veggen. Vi plasserer så ett lodd på hylla med masse $M = 5,0$ kg. Hylla er festet i veggen, og la \vec{N} være krafta som virker fra veggen på hylla.

Hvor må vi plassere loddet for at \vec{N} skal være horisontal, dvs. vinkelrett på veggen? Hvor må vi plassere loddet for at $|\vec{N}|$ (absoluttverdien) skal være minst mulig?

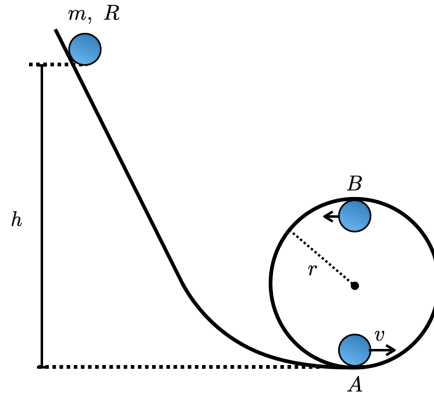
Oppgave 6

Et elektron er i ro og et annet elektron blir skutt mot dette med en fart på $v = 2,6 \cdot 10^5$ m/s. Hva er den minste avstanden disse elektronene kan komme hverandre?

English version

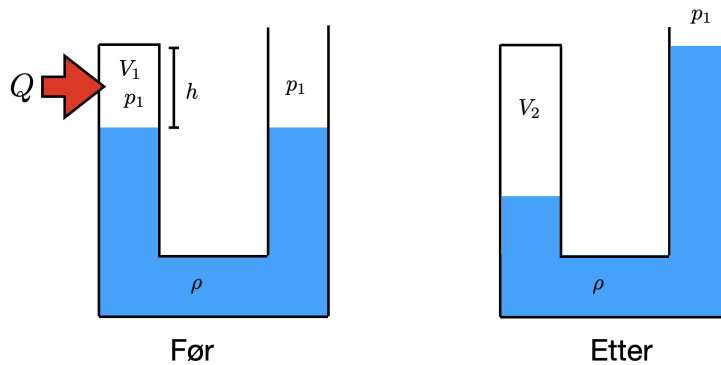
Question 1

A solid spherical ball, initially at rest, is rolling down an incline, see Figure. The ball has mass m and radius R . It starts rolling from a height h over the point A . We shall assume that the ball is rolling without slipping, and that there is no rolling resistance.



- Find the velocity, v , to the ball at A .
- The ball then enters a vertical loop with radius r . Find the largest radius r so that the ball still has contact with the loop at B (at the top).

Question 2



We have a U-shaped tube being airtight in one end, while open in the other end. There is a pocket of nitrogen gas with volume V_1 in the airtight end, and the tube is filled with an incompressible fluid with density ρ . First the pressure of the nitrogen gas is equal to the surroundings, p_1 , see Figure. The temperature is also equal.

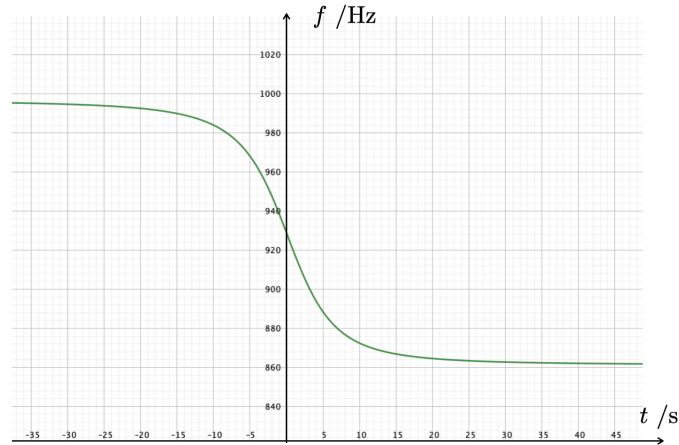
Assume then that we transfer an amount of heat, Q , sufficiently quickly to the nitrogen gas so that the gas does not have time to expand (isochoric process). After the heat has been transferred, the nitrogen gas expands to twice its volume: $V_2 = 2V_1$. We will assume there is no heat loss to the surroundings and that the system is otherwise in equilibrium.

Find an expression for the heat transferred, Q .

Recall that a nitrogen gas diatomic so that $E_k = \frac{5}{2}Nk_B T$, and $\gamma = 7/2$ is a good approximation.

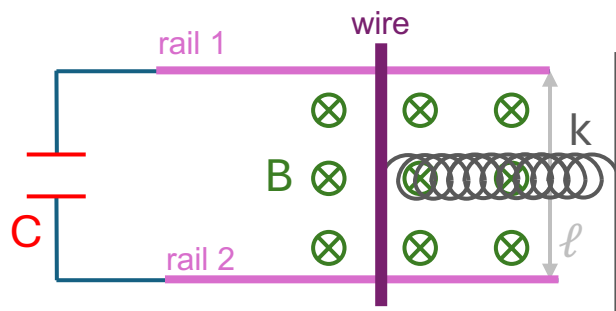
Question 3

Odd is on a train moving along a straight railway line at a constant velocity. At a certain distance to the railway line his twin Even stands observing the train. As the train passes Odd plays a sound tone with a specific frequency, f_0 . Even records this sound and makes a graph of the frequency he observes, as a function of time, see Figure. Here, $t = 0$, is when Even sees the train passes its closest point.



Find the frequency, f_0 , and the velocity of the train. Assume the speed of sound is 343 m/s.

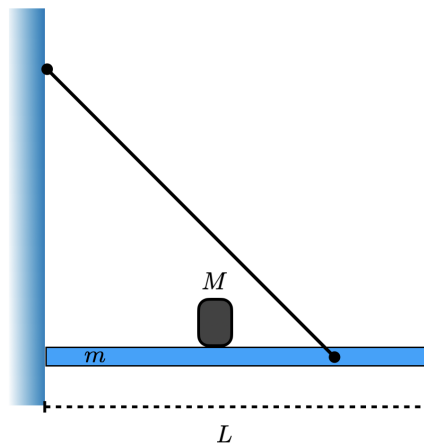
Question 4



A conducting wire of mass m with negligible resistance is placed on two conducting frictionless rails, see Figure. The rails are separated by a distance ℓ . The two rails are connected via a capacitor with capacitance C . The wire is connected to a non-conducting spring with spring constant k . In the area denoted by the green crosses a constant magnetic field, B , points into the plane.

- Show that the wire carries out harmonic motion, i.e. it oscillates back and forth with a fixed angular frequency ω .
- Determine the angular frequency ω in terms of B , ℓ , C , k and m . What kind of circuit made only of electric components (i.e. resistors, capacitors and solenoids) would show the same oscillations of its current? How would you start it to oscillate?

Question 5



A shelf with mass $m = 2.0$ kg and length $L = 80$ cm is hanging horizontally on a wall, see Figure. The centre of mass is in the middle of the shelf. The shelf is suspended in a string forming an angle of 45° with the shelf, and the string is attached to it 60 cm from the wall. We then place a weight of mass $M = 5,0$ kg on the shelf. The shelf is attached to the wall, and let \vec{N} be the force from the wall acting on the shelf.

Where do we have to place the weight for the force \vec{N} to be horizontal; i.e. perpendicular to the wall? Where do we have to place the weight in order for $|\vec{N}|$ (the absolute value) to be as smallest as possible?

Question 6

An electron is at rest and another electron is being shot towards it with a velocity $v = 2.6 \cdot 10^5$ m/s. What is the closest distance these electrons can possibly come?