

**Forside****Eksamen i FYS1001**

**Fredag 15. juni kl 09.00-13.00, (4 timer)**

Tillatte hjelpemidler:

- Elektronisk kalkulator av godkjent type.
- Tabeller og formler i fysikk for videregående skole
- Rom Stoff Tid Fysikktabeller.

Tre sider med formler deles ut i papirformat.

Du må i oppgavene begrunne dine svar. Ubegrunnede svar gir liten utfelling.

Alle oppgavene skal besvares på papir. Du genererer en Scantron-kode per oppgave (totalt 6 oppgaver).

Alle delspørsmål teller likt (maksimalt 5 poeng per delspørsmål).

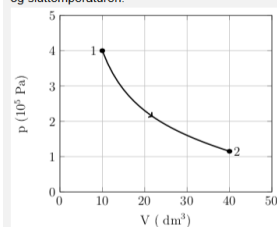
**Oppgave 1**

Svar kort på følgende oppgaver:

a) På åpent hav kan en tsunambølge tilbakelegge 200 km på bare 15 minutter. Hva er gjennomsnittsfarten til bølgen?

b) Du slipper en stein ned i en 130 m dyp, tørr brønn. Hvor lang tid tar det før du hører lyden av steinen som treffer bunnen? Lydfarten i luft er 343 m/s. Se bort i fra luftmotstanden.

c) 1,00 mol gass gjennomgår den prosessen som er vist på figuren. Bestem starttemperaturen og slutttemperaturen.



d) En kube av et ukjent materiale flyter når bare 25 % av høyden til kubens stikker opp over vannet. Da har kubens øverste flate parallell med vannflaten.

Hva er tettheten til det ukjente materialet? Tettheten til vann er  $\rho_w = 1000 \text{ kg/m}^3$ .

e) Du har en brønn der vannoverflaten ligger 80 meter under bakkenivå, og skal bruke en pumpe til å få vann opp fra brønnen. Pumpa er konstruert slik at den skaper en trykkforskjell mellom røret som leder vann opp fra brønnen og lufta på utsiden av pumpa.

Hva er den minste trykkforskjellen pumpa må skape for å få løftet opp vannet?

Har det noe å si om pumpa sitter ved vannoverflaten nede i brønnen, eller oppe på bakkenivå? Standard atmosfæretrykk er 101 kPa.

a) På åpent hav kan en tsunamibølge tilbakelegge 200 km på bare 15 minutter. Hva er gjennomsnittsfarten til bølgen?

$$s = 200 \text{ km}$$

$$t = 15 \text{ min} = 0,25 \text{ t}$$

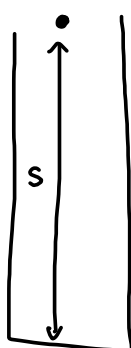
$$s = vt$$

$$v = \frac{s}{t} = \frac{200 \text{ km}}{0,25 \text{ t}} = 800 \text{ km/t}$$

↑  
gjennomsnittsfarten til bølgen

$$= 8,0 \cdot 10^2 \text{ km/t}$$

b) Du slipper en stein ned i en 130 m dyp, tørr brønn. Hvor lang tid tar det før du hører lyden av steinen som treffer bunnen? Lydfarten i luft er 343 m/s. Se bort i fra luftmotstanden.



$$s = 130 \text{ m}$$

① steinen faller

$$v_0 = 0$$

$$a = g$$

$$s = v_0 t_f + \frac{1}{2} a t_f^2$$

$$s = \frac{1}{2} g t_f^2$$

$$t_f = \sqrt{\frac{2s}{g}}$$

② lyden går opp

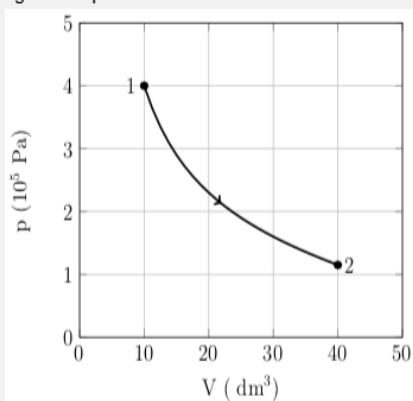
$$v = 343 \text{ m/s}$$

$$s = v t_e$$

$$t_e = \frac{s}{v}$$

$$t = t_f + t_e = 6,53 \text{ s}$$

c) 1,00 mol gass gjennomgår den prosessen som er vist på figuren. Bestem starttemperaturen og slutttemperaturen.



$$pV = nRT$$

$$T = \frac{pV}{nR}$$

$$T_1 = 4,8 \cdot 10^2 \text{ K}$$

$$T_2 = 5,8 \cdot 10^2 \text{ K}$$

$$n = 1,00 \text{ mol}$$

$$p_1 = 4,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$V_1 = 10 \text{ dm}^3 = (10 \cdot 10^{-1} \text{ m})^3$$

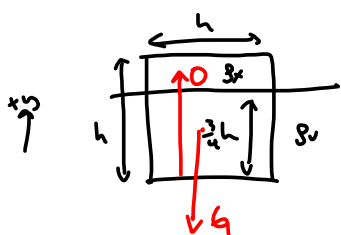
$$= 10 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$p_2 = 1,2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$V_2 = 40 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

d) En kube av et ukjent materiale flyter når bare 25 % av høyden til kuben stikker opp over vannet. Da har kuben den øverste flaten parallell med vannflaten.

Hva er tettheten til det ukjente materialet? Tettheten til vann er  $\rho_v = 1000 \text{ kg/m}^3$ .



$$\rho_v = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$G = m_x g = \rho_x V_x g = \rho_x h^3 g$$

$$0 = m_v g = \rho_v V_v g = \rho_v h^2 \cdot \frac{3}{4} h g = \rho_v \frac{3}{4} h^3 g$$

$$\sum \vec{F}_y = 0$$

$$0 - G = 0$$

$$0 = G$$

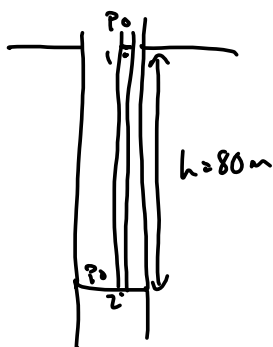
$$\rho_v \frac{3}{4} h^3 g = \rho_x h^3 g$$

$$\rho_x = \frac{3}{4} \rho_v = 750 \text{ kg/m}^3$$

e) Du har en brønn der vannoverflaten ligger 80 meter under bakkenivå, og skal bruke en pumpe til å få vann opp fra brønnen. Pumpa er konstruert slik at den skaper en trykkforskjell mellom røret som leder vann opp fra brønnen og lufta på utsiden av pumpa.

Hva er den minste trykkforskjellen pumpa må skape for å få løftet opp vannet?

Har det noe å si om pumpa sitter ved vannoverflaten nede i brønnen, eller oppe på bakkenivå? Standard atmosfæretrykk er 101 kPa.



$$\Delta p = p_2 - p_1$$

hydrostatisk trykk

$$p_2 = p_1 + \rho g h$$

$$\Delta p = p_2 - p_1 = \rho g h = 7,8 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 780 \text{ kPa}$$

Pumpe nederst:

$$p_1 = p_0$$

$$p_2 = p_0 + \Delta p$$

Pumpe øverst

$$p_2 = p_0$$

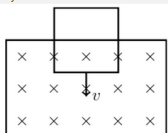
$$p_1 = p_0 - \Delta p$$

$$= 101 \text{ kPa} - 780 \text{ kPa} = -679 \text{ kPa}$$

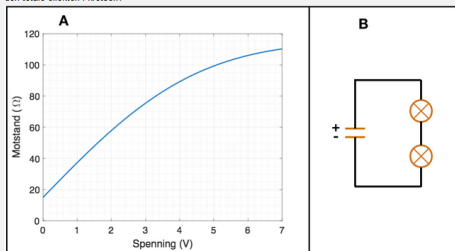
**Oppgave 2**

Svar kort på følgende oppgaver.

- a) Hvorfor har du større sjanse for å få kutt i fotsålen om du trækker på ett enkelt glasskår enn om du trækker på mange glasskår samtidig?
- b) Halveringstiden for Cs-137 (cesium) er 30,0 år. Hvis du har en prøve som inneholder Cs-137, og måler aktiviteten til denne prøven til å være 800 Bq, hvor stor er aktiviteten etter 90,0 år?
- c) Forklar hvorfor himmelen er blå og skyene hvite.
- d) Vi har et rektangulært område med et homogent magnetfelt med feltstyrken 0,10 T rettet vinkelrett inn i planet. En kvadratisk strømsløyfe med sidekanter 10 cm faller med hastigheten 2,5 m/s rett ned og inn i området der det er magnetfelt. Strømsløyfa har en motstand på 50 Ω. Hvor stor blir den induserte strømmen i sløyfa?



- e) Du får utdelt et batteri med spenningen 5,0 V og to identiske lyspærer. Hos disse lyspærene er motstanden en funksjon av spenningen over dem, som vist i Figur A. I kretsen i Figur B er lyspærene koblet i serie med batteriet. Hva blir strømmen gjennom lyspærene? Hva blir den totale effekten i kretsen?



- f) Ved å bruke en vektstang kan vi bruke en liten kraft til å løfte noe som er veldig tungt. Forklar hvorfor dette ikke er i strid med loven om energibevaring.



a) Hvorfor har du større sjanse for å få kutt i fotsålen om du trækker på ett enkelt glasskår enn om du trækker på mange glasskår samtidig?

trykk

$$P = \frac{F}{A}$$

← kraften mellom deg og gulvet

↑ kontakten mellom fot og glasskår

b) Halveringstiden for Cs-137 (cesium) er 30,0 år. Hvis du har en prøve som inneholder Cs-137, og måler aktiviteten til denne prøven til å være 800 Bq, hvor stor er aktiviteten etter 90,0 år?

$$t_{1/2} = 30,0 \text{ år}$$

$$90,0 \text{ år} = 3 t_{1/2}$$

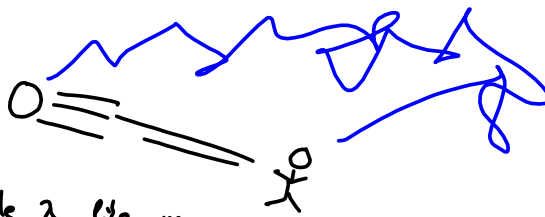
$$A = A_0 \left(\frac{1}{2}\right)^3 = \frac{1}{8} A_0 = 100 \text{ Bq}$$

c) Forklar hvorfor himmelen er blå og skyene hvite.

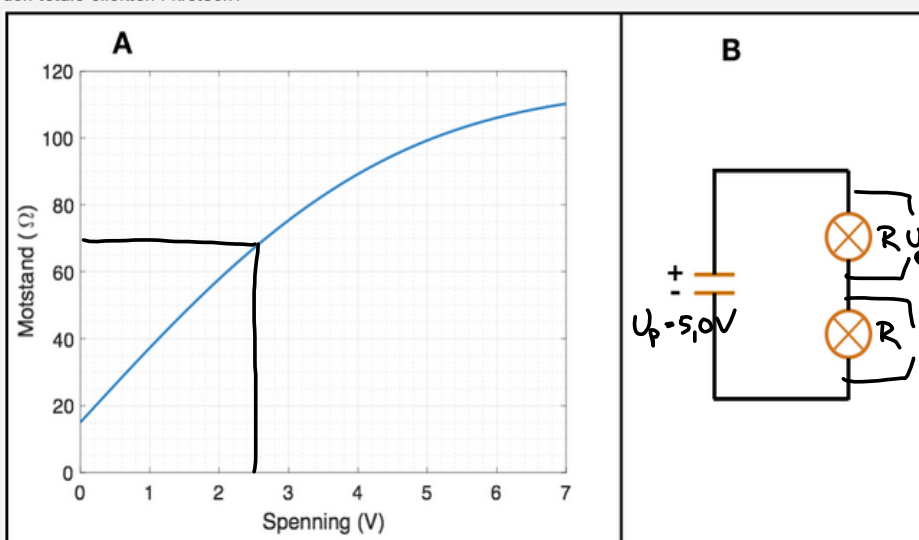
små molekyler sprer lys med liten vålgelengde mest  
→ blå

Rayleigh-spredning

store partikler (skyer) sprer alle  $\lambda$  like mye  
→ hvit



e) Du får utdelt et batteri med spenningen 5,0 V og to identiske lyspærer. Hos disse lyspærene er motstanden en funksjon av spenningen over dem, som vist i Figur A.  
 I kretsen i Figur B er lyspærene koblet i serie med batteriet. Hva blir strømmen gjennom lyspærene? Hva blir den totale effekten i kretsen?



$$U_p = 2U_e$$

$$U_e = \frac{U_p}{2} = 2,5V$$

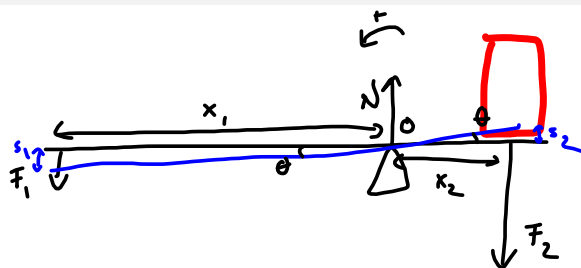
$$\Rightarrow R = 70\Omega$$

$$I = \frac{U_e}{R} = \frac{2,5V}{70\Omega} = 0,036A$$

total effekt

$$P = U_p I = 5,0V \cdot 0,036A = 0,18W$$

f) Ved å bruke en vektstang kan vi bruke en liten kraft til å løfte noe som er veldig tungt. Forklar hvorfor dette ikke er i strid med loven om energibevaring.



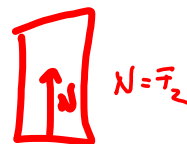
Løfter boksen avstand  $s_2$

arbeid (jog)

$$W_1 = F_1 s_1$$

arbeid på boksen

$$W_2 = F_2 s_2$$



$$\sum M_O = 0$$

$$F_1 x_1 - F_2 x_2 = 0$$

$$F_1 x_1 = F_2 x_2$$

$$\frac{s_1}{x_1} = \frac{s_2}{x_2}$$

$$\left( \frac{F_1}{F_2} \right) = \frac{x_2}{x_1}$$

$$s_1 = \frac{s_2 x_1}{x_2}$$

$$W_1 = F_1 s_2 \frac{x_1}{x_2} = F_1 s_2 \frac{F_2}{F_1} = F_2 s_2 = W_2$$

**Oppgave 3**

Io er en av Jupiters måner. Den går i en tilnærmet sirkelformet bane rundt Jupiter, der radien i sirkelen er 421 700 km. Omløpstiden til Io rundt Jupiter er 42 timer.

a) Hva er banefarten til Io?

b) Hva er akselerasjonen til Io, og i hvilken retning peker den?

Dersom du ikke fant banefarten i oppgave a), kan du anta at  $v = 1,0 \times 10^4$  m/s.

c) Hva er massen til Jupiter?

Dersom du ikke fant akselerasjonen i oppgave b), kan du anta at  $a = 1,0$  m/s<sup>2</sup>.

Io er en av Jupiters måner. Den går i en tilnærmet sirkelformet bane rundt Jupiter, der radien i sirkelen er 421 700 km. Omløpstiden til Io rundt Jupiter er 42 timer.

a) Hva er banefarten til Io?



$$r = 421\,700 \text{ km}$$

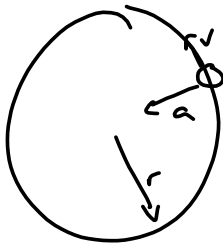
$$T = 42 \text{ t}$$

banefart  $v$

$$v = \frac{0 \leftarrow \text{omkrets}}{T} = \frac{2\pi r}{T} = 1,8 \cdot 10^4 \text{ m/s}$$

b) Hva er akselerasjonen til lo, og i hvilken retning peker den?

Dersom du ikke fant banefarten i oppgave a), kan du anta at  $v = 1,0 \times 10^4$  m/s.

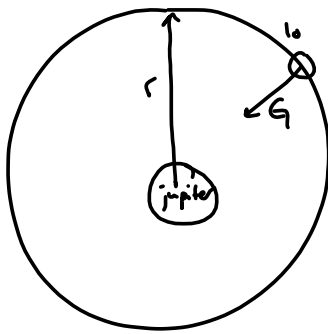


$$a = \frac{v^2}{r} = 0,73 \text{ m/s}^2$$



c) Hva er massen til Jupiter?

Dersom du ikke fant akselerasjonen i oppgave b), kan du anta at  $a = 1,0 \text{ m/s}^2$ .



$$G = \gamma \frac{m_j m_{io}}{r^2}$$

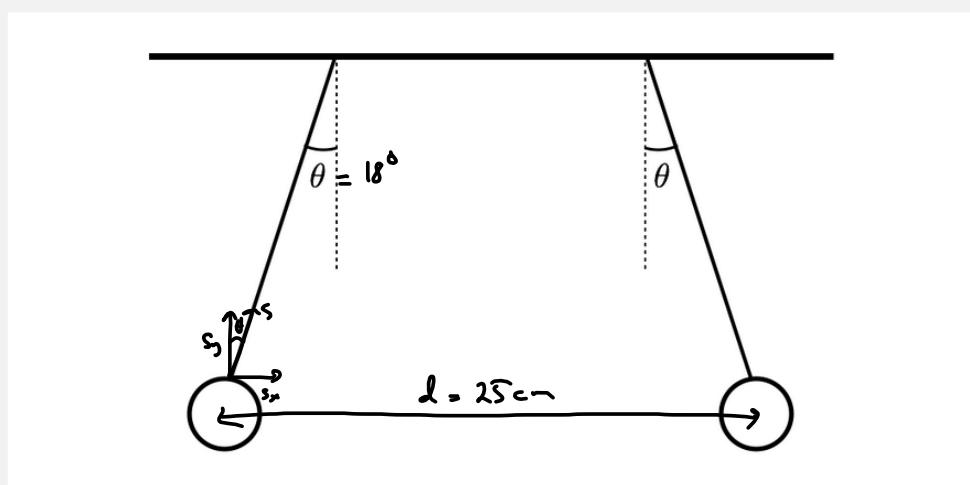
Newtons 2.lav

$$\Sigma F = ma$$

$$G = m_{io} a = \gamma \frac{m_j m_{io}}{r^2}$$

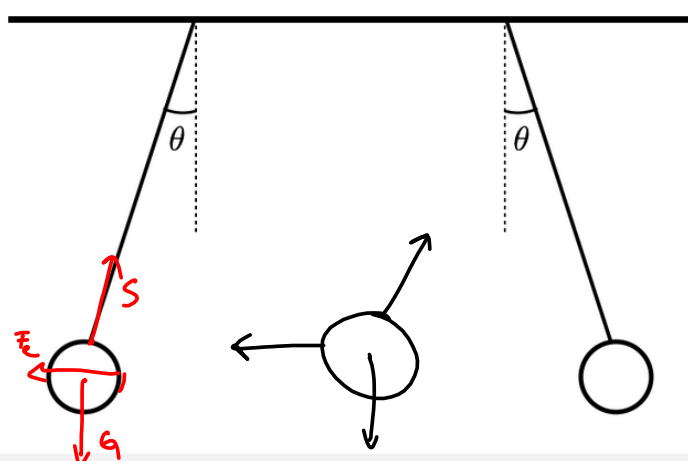
$$m_j = \frac{a r^2}{\gamma} = 1,9 \cdot 10^{27} \text{ kg}$$

## Oppgave 4



To små kuler, hver med ladning  $50 \text{ nC}$ , henger i hver sin snor. Avstanden mellom sentrum av kulene er  $25 \text{ cm}$ . Hver av snorene danner en vinkel  $\theta = 18^\circ$  med vertikalen.

- Tegn kreftene som virker på en av kulene. For hver av kreftene, beskriv hvilket legeme motkraften virker på.
- Hvor stor er den elektriske kraften som virker på hver av kulene?
- Hva er massen til hver av kulene?



motkrefter

$G'$ : fra kule på jorden

$F_e'$ : fra kule på den andre kule

$S'$ : fra kule på snore

To små kuler, hver med ladning 50 nC, henger i hver sin snor. Avstanden mellom sentrum av kulene er 25 cm. Hver av snorene danner en vinkel  $\theta = 18^\circ$  med vertikalen.

a) Tegn kreftene som virker på en av kulene. For hver av kreftene, beskriv hvilket legeme motkraften virker på.

b) Hvor stor er den elektriske kraften som virker på hver av kulene?

Coulombs lov

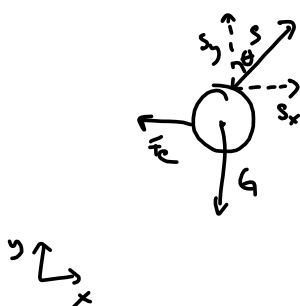
$$F_e = k_e \frac{q_1 q_2}{r^2}$$
$$= k_e \frac{q^2}{r^2} = 3,6 \cdot 10^{-4} \text{ N}$$

$$r = 0,25 \text{ m}$$

$$q_1 = q_2 = q = 50 \cdot 10^{-9} \text{ C}$$

$$k_e = 8,99 \cdot 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$$

c) Hva er massen til hver av kulene?



$$\sum F_x = 0$$

$$S_x - F_e = 0$$

$$S_x = F_e$$

$$S \sin \theta = F_e$$

$$S = \frac{F_e}{\sin \theta}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$S_y - G = 0$$

$$S_y = G$$

$$S \cos \theta = G = mg$$

$$\frac{F_e}{\sin \theta} \cos \theta = mg$$

$$m = \frac{F_e \cos \theta}{g \sin \theta} = 1,1 \cdot 10^{-4} \text{ kg} = 0,11 \text{ g}$$

$$\frac{F_e}{g \tan \theta}$$

## Oppgave 5

Et insekt sitter 80 mm fra en samlelinse som har brennvidden 100 mm.

- a) Hvor er bildet av insektet? Er bildet reelt eller virtuelt? Hva blir lengdeforstørringen?
- b) Vis konstruksjonen av bildet.

videoløsning av oppgave 15.14

## Oppgave 6

Temperaturen på solas overflate er 5778 K. Vi kan se på sola som et perfekt svart legeme.

a) Hva er utstrålingstettheten fra solas overflate?

b) Ved hvilken bølgelengde stråler sola ut mest energi, og hva er energien til ett enkelt foton ved denne bølgelengden?

Fordi jorda ligger så langt borte fra sola, blir innstrålingstettheten på jorda fra sola mye mindre enn utstrålingstettheten ved solas overflate. Innstrålingstettheten fra sola på jorda er gitt ved solarkonstanten,  $S = 1367 \text{ W/m}^2$ .

Albedo er et mål på hvor mye av den innkommende strålingen som reflekteres av jorda. For en albedo  $A$  vil en andel  $(1-A)$  av den innkommende strålingen fra sola absorberes, mens resten reflekteres tilbake til verdensrommet. Vi kan anta at  $A = 0,30$  for jordas overflate.

c) Hvis jorda ikke hadde hatt noen atmosfære, og jorda var et perfekt svart legeme men hadde albedo  $A = 0,30$ , hva ville overflatetemperaturen til jorda ha blitt, gitt denne solinnstrålingen? Anta at overflatetemperaturen til jorda er konstant og at den er lik over hele jordoverflaten.

Jordas atmosfære har svært mye å si for hvilken overflatetemperatur jorda faktisk har. Vi kan tenke oss atmosfæren som glasstaket i et drivhus. Taket er fullstendig gjennomsiktig for lyset i det synlige spekteret fra sola, men har emmissiviteten  $\epsilon = 0,8$  for den langbølgede varmestrålingen fra jordoverflaten. Det av varmestrålingen som ikke absorberes passerer gjennom drivhustaket og videre ut i verdensrommet.

d) Tegn en figur og forklar hvordan drivhuseffekten påvirker jordas overflatetemperatur. Hva blir temperaturen til jorda med de oppgitte verdiene for  $\epsilon$ ,  $S$  og  $A$ ?

Temperaturen på solas overflate er 5778 K. Vi kan se på sola som et perfekt svart legeme.

a) Hva er utstrålingstettheten fra solas overflate?

↓  
M

Stefan-Boltzmanns lov:

$$M = \sigma \varepsilon T^4$$

$$\varepsilon = 1$$

$$M = \sigma T_{\text{søl}}^4 = 6,32 \cdot 10^7 \text{ W/m}^2$$

$$\sigma: \text{S-B konstant } 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/(m}^2\text{K}^2)$$

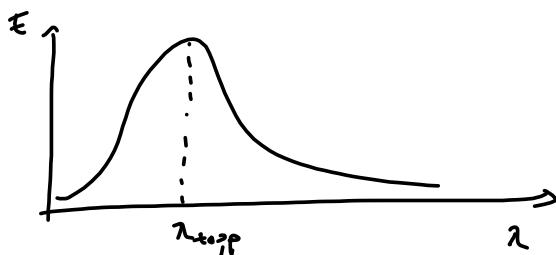
$\varepsilon$ : emissivitet

$$\varepsilon = 1 \quad \text{svart legeme}$$

$$\varepsilon = 0 \quad \text{: speil}$$



b) Ved hvilken bølgelengde stråler sola ut mest energi, og hva er energien til ett enkelt foton ved denne bølgelengden?



Wiens forskyvninglov

$$\lambda_{\text{topp}} = \frac{a}{T_{\text{sol}}} = 5,02 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 502 \text{ nm}$$

↙ konstant

Fotonenergi  
 $E_f = h f$   
 ← Plancks konstant  
 ← frekvens

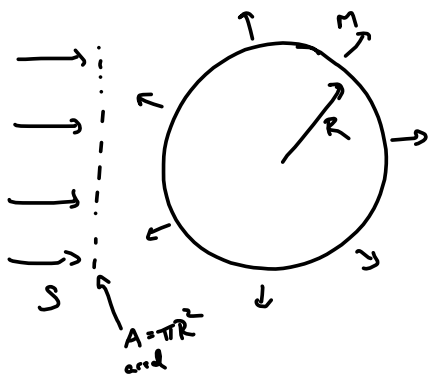
$$f = \frac{c}{\lambda}$$

$$E_f = \frac{hc}{\lambda} = 3,96 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Fordi jorda ligger så langt borte fra sola, blir innstrålingstettheten på jorda fra sola mye mindre enn utstrålingstettheten ved solas overflate. Innstrålingstettheten fra sola på jorda er gitt ved solarkonstanten,  $S = 1367 \text{ W/m}^2$ .

Albedo er et mål på hvor mye av den innkommende strålingen som reflekteres av jorda. For en albedo  $A$  vil en andel  $(1-A)$  av den innkommende strålingen fra sola absorberes, mens resten reflekteres tilbake til verdensrommet. Vi kan anta at  $A = 0,30$  for jordas overflate.

c) Hvis jorda ikke hadde hatt noen atmosfære, og jorda var et perfekt svart legeme men hadde albedo  $A = 0,30$ , hva ville overflatetemperaturen til jorda ha blitt, gitt denne solinnstrålingen? Anta at overflatetemperaturen til jorda er konstant og at den er lik over hele jordoverflaten.



energi inn  $S \cdot \pi R^2 \cdot (1-A)$

energi ut  $M = \sigma \epsilon T_j^4 = \sigma T_j^4$   
 $\rightarrow \sigma T_j^4 \cdot 4\pi R^2$   
 areal til jorda

$T_j$  konstant  
 $\Rightarrow$  energi inn = energi ut  
 $S \pi R^2 (1-A) = \sigma T_j^4 \cdot 4\pi R^2$   
 $T_j = \sqrt[4]{\frac{S(1-A)}{4\sigma}}$   
 $= 255 \text{ K} = -18^\circ\text{C}$

Jordas atmosfære har svært mye å si for hvilken overflatetemperatur jorda faktisk har. Vi kan tenke oss atmosfæren som glasstaket i et drivhus. Taket er fullstendig gjennomsiktig for lyset i det synlige spekteret fra sola, men har emmissiviteten  $\epsilon = 0,8$  for den langbølgede varmestrålingen fra jordoverflaten. Det av varmestrålingen som ikke absorberes passerer gjennom drivhustaket og videre ut i verdensrommet.

d) Tegn en figur og forklar hvordan drivhuseffekten påvirker jordas overflatetemperatur. Hva blir temperaturen til jorda med de oppgitte verdiene for  $\epsilon$ ,  $S$  og  $A$ ?