Oppg 1

a) Fraunhofer-diffraksjon: Diffraksjons/interferensmønster observeres langt unna aperturen.

b) Minste vinkelendring som trengs for å skille et (hoved)max fra et minimum i mønster.

c) $\frac{E(\varphi)}{\varphi} = 0$: $\varphi \cong \frac{\pi D}{\lambda}\theta$

1: $\frac{\pi D}{\lambda}\theta = 3.142$

$$\theta_1 = \frac{\lambda}{D}$$

2: $\frac{\pi D \theta}{\lambda} = 3.832$

$$\theta_2 = 1.22\,\frac{\lambda}{D}$$

$\theta_1 < \theta_2 \Rightarrow$ 1 gir best oppl.

d) $\tan\theta = \frac{h}{L} \approx \theta \qquad \theta_1 = \theta_2$

1: $\frac{\pi D}{\lambda_1}\,\theta = 6.283$

2: $\frac{\pi D}{\lambda_2}\,\theta = 7.016$

2. ordens ϕ

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{7.016}{6.283} = \underline{\underline{1.117}} = \frac{1}{0{,}896}$$

e) $\theta_1 = \frac{\lambda_1}{D} = \frac{790\cdot 10^{-9}}{0.0032} = \underline{\underline{2.47\cdot 10^{-4}\ \text{rad}}}$

$= 0{,}01415^{\circ}$

$\theta_1 \approx \frac{\varphi_1}{\pi}\frac{\lambda_1}{D} \qquad \phi_1 = \pi$

$\phi_2 = 3{,}832 = 1{,}22\,\pi$

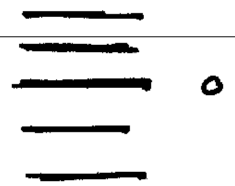
1. ordens ϕ

$$\theta_2 = 1.22\,\frac{\lambda_2}{D} = 2.47\cdot 10^{-4}$$

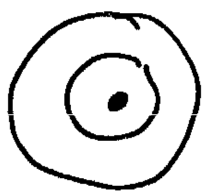
$$\lambda_2 = \left(\frac{2.47\cdot 10^{-4}}{1.22}\right) 0.0032$$

$$= \underline{\underline{648\cdot 10^{-9}\ \text{m}}}$$

f) 1:



2:



Opg 2

a: 0: A i termisk likevekt med B

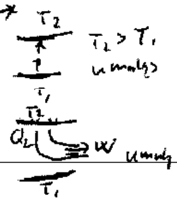
B — i — C

$\Rightarrow$ A — i — C

1. $\Delta Q = \Delta U + W$ Tilført varme = økning i indre energi + utført arbeid (energi konservering)
2. i) $\Delta S \geq 0$ Entropien i et system som er isolert kan ikke minke.

ii) Varmestrøm

iii)



b: 0: Temperatur T

1: Indre energi U

2: Entropi. S

Max: effektivitet: (Carnot maskin)

c)

$$\varepsilon_c = 1 - \frac{T_1}{T_2} = 1 - \frac{300}{1425}$$

$$= 0.789$$

$$\tilde{\varepsilon} = 1 - \frac{|Q_1|}{Q_2} = 0.56$$

Ny ε:

$$\varepsilon = 1.25 \cdot \tilde{\varepsilon} = \underline{\underline{0.71}} < 0.789$$

Mulig å oppnå dette.

d) Hver kvadratisk frihetsgrad i Hamilton-funksjonen bidrar $\frac{1}{2} k_B T$ til indre energi.

$= -\frac{\partial}{\partial \beta}\left(-3N \ln \beta + \text{const}\right) = \frac{3N}{\beta} =$

e) $U = -\frac{\partial}{\partial \beta} \ln Z = \underline{\underline{3 N k_B T}}$ $\quad Z = \left(\frac{2\pi m}{\beta}\right)^{\frac{3N}{\beta}} \left(\frac{2\pi}{\beta m \omega^2}\right)^{\frac{3N}{2}}$

$C_V = \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_V = 3 N k_B$

N partikler.

Fra pot. energi: x, y, z : 3

Fra kin. energi: p_x, p_y, p_z : 3

Totalt antall kvadratiske frihetsgrader:

$$N(3+3) = 6N$$

$$U = \frac{1}{2} k_B T \cdot 6N = \underline{\underline{3 N k_B T}}$$

f)  $\Rightarrow$ Trykk: Midlere kraft på vegg utøvd av molekylene i gassen.

$P = k_B T \frac{\partial}{\partial V} \ln Z = 0$ $\quad$ da $\frac{\partial Z}{\partial V} = 0$

$\underline{P = 0}$

praktisk talt $\quad$ Partikler festet i fj.av. Når ikke ut til veggen.

Opps 3

a) Pauli-prinsippet: To elektroner kan ikke befinne seg i en tilstand med et identisk sett kvantetall

b) $$E = \frac{\hbar^2}{2m}\left[\left(\frac{\pi n_x}{L_x}\right)^2 + \left(\frac{\pi n_y}{L_y}\right)^2 + \left(\frac{\pi n_z}{L_z}\right)^2\right]$$

n_x, n_y, n_z: Positive heltall

c) $L_x = L_y = L$; $L_z > L$

Nest laveste tilstand: $\frac{n}{L_z} < \frac{n}{L_x} = \frac{N}{L}$

$n_x = n_y = 1$; $n_z = 2$ Ikke degenerert

Kun en tilstand ⇒ høyst ett elektron.

d) $L_x = L_y = L$; $L_z < L$

Nest laveste tilstand: $\frac{n}{L_z} > \frac{n}{L_x} = \frac{n}{L}$

i) $n_x = 1$, $n_y = 2$ $n_z = 1$
ii) $n_x = 2$, $n_y = 1$ $n_z = 1$
Dobbelt-degenerert

To tilst. ⇒ høyst to elektroner.