

# Universitetet i Oslo

FYS1105 — Klassisk mekanikk

## Oppgavesett 13

### Oppgave 1 Konservativt kraftfelt

Et kraftfelt  $\mathbf{F}$  er konservativt hvis det kan skrives

$$\mathbf{F} = -\nabla U(\mathbf{r}), \quad (1)$$

der  $U(\mathbf{r})$  er en funksjon (som kalles potensialet).

a) Vis at

$$\nabla \times \mathbf{F} = 0. \quad (2)$$

b) Vis at

$$\oint_C \mathbf{F} \cdot d\mathbf{l} = 0, \quad (3)$$

for alle lukkede kurver  $C$ .

<b>Hint:</b> Hva sier Stokes' teorem?
---------------------------------------

c) Hva er den fysiske tolkningen til (3)?

### Oppgave 2 Spenningstensoren og deformasjonstensoren

a) Hva beskriver elementet  $\sigma_{11}$  av spenningstensoren  $\Sigma$ ? Og  $\sigma_{21}$ ?

b) Hva beskriver elementet  $\epsilon_{11}$  av deformasjonstensoren (tøyningstensoren)  $E$ ? Og  $\epsilon_{21}$ ?

c) En bolledeig hever i et glatt sylindrisk kar slik at høyden på deigen øker med 10%. Hva er deformasjonstensoren  $E$  i bolledeigen hvis vi antar at den hever like mye overalt? La  $z$ -aksen (eller tredjeaksen) være oppover.

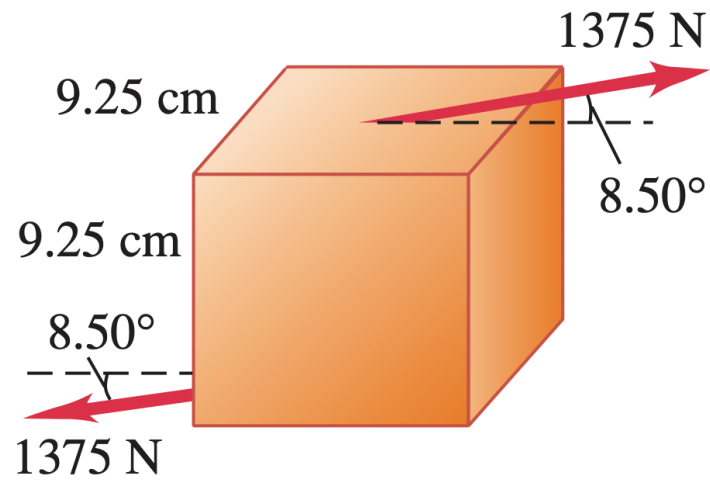
### Oppgave 3 De elastiske modulene

(Oppgavene er hentet fra Young & Freedman, 2016)

a) En 1,98 m lang ståltråd ( $Y_M = 2 \cdot 10^{11}$  Pa) utsettes for en kraft  $F = 440$  N i hver ende, i lengderetningen. Hvor stor må diameteren være for at tråden skal strekkes maksimalt 0,24 cm?

b) I Challengerdypet, omtrent 10,9 km under havoverflaten, er trykket  $1,16 \cdot 10^8$  Pa, sammenlignet med  $1,0 \cdot 10^5$  Pa ved overflaten. Dersom vi tar med en kubikkmeter (1000 liter) vann fra overflaten ned til dette dypet, hva blir endringen i volumet til vannet? Anta at vannet har en volum-modul (bulk modulus) på  $B_M = 2,2 \cdot 10^9$  Pa.

c) En 9,25 cm kube av et gitt materiale utsettes for en kraft på 1375 N, med en vinkel  $8,50^\circ$  på overflaten (se figur 1). Som følge av dette deformeres kuben med en vinkel  $1,24^\circ$ . Hva er skjær-modulen til materialet?



Figur 1

#### Oppgave 4 Young-modulen

Taylor exercise 16.27 s. 736.