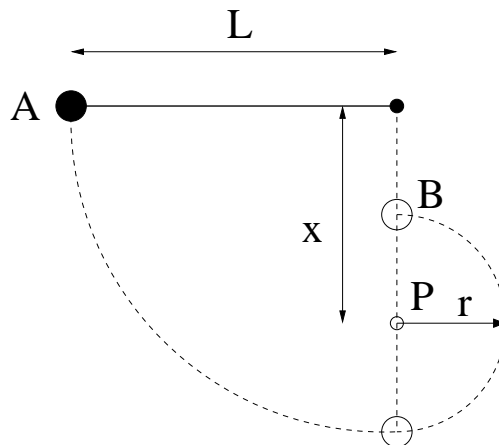


Øving 5

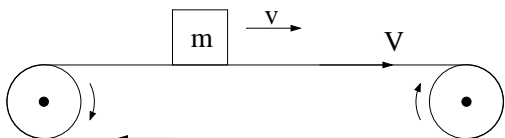
Oppgave 1

En pendel består av ei kule med masse  $m$  i ei snor med lengde  $L$ , som vist i figuren. Pendelen trekkes ut til snora er vannrett i posisjon A, og slippes. Snora treffer en pinne (P) i avstand  $x$  rett under pendelens opphengningspunkt. Snora svinger så rundt denne pinnen, med kortere pendellengde  $r = L - x$ .



- Anta at  $x$  er tilstrekkelig stor til at kula kommer til posisjon B rett over pinnen, og vis at hastigheten der er  $v = \sqrt{2g(2x - L)}$ . (Tips: Energibevarelse.)
- Hvor stor må  $x$  minst være for at kula skal nå posisjon B med stram snor?
- Hvor stor må  $x$  være for at kula skal treffe pinnen? (Tips: Vent med denne til slutt og gjør den hvis du får tid.)

Oppgave 2



En kartong med masse  $m$  slippes loddrett ned på et transportbånd som beveger seg med konstant hastighet  $V$ , se figur. Kartongen får etterhvert samme hastighet som båndet. Den kinetiske friksjonskoeffisienten mellom kartong og transportbånd er  $\mu$ .

- Hvor stort arbeid  $W$  utfører friksjonskraften?
- Hvor langt  $x_k$  transporteres kartongen (i forhold til gulvet) før den får samme hastighet som båndet?
- Hvor lang tid  $\tau$  tar det for kartongen å oppnå samme hastighet som transportbåndet? (Dvs:  $v(t \geq \tau) = V$ .)
- Hvor langt  $x_b$  har båndet beveget seg på denne tiden?
- Hvor mye energi  $E$  må transportbåndet tilføres? (Se bort fra friksjon i båndets drivhjul).

### Oppgave 3

En partikkel beveger seg under påvirkning av en konservativ kraft som kan avledes av en potensiell energi (evt: "potensialfunksjon"<sup>1</sup>)

$$U(x) = U_0 (6x^2 - x^3).$$

Her er  $U_0$  en positiv konstant med dimensjon energi, mens  $x$  er en dimensjonsløs posisjon,  $x = l/l_0$ , dvs den "virkelige" posisjonen  $l$  målt i enheter av en referanselengde  $l_0$ .

- Skisser den dimensjonsløse funksjonen  $U(x)/U_0$ . (Gjerne for hånd først og deretter med MATLAB.)
- Bestem retningen på kraften for ulike områder av  $x$ , både matematisk og med referanse til skissen.
- Diskuter partikkelens bevegelse for ulike verdier av totalenergien  $E = U + K$ , der  $K$  er kinetisk energi.
- Finn eventuelle likevektsposisjoner, både stabile og ustabile.

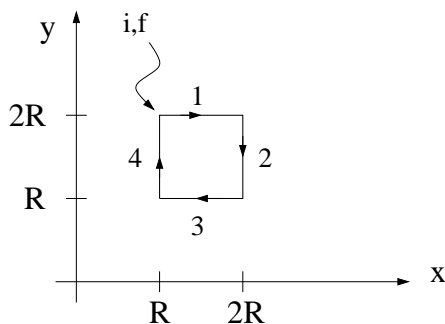
### Oppgave 4

En partikkel beveger seg i det todimensjonale potensialet

$$U(x, y) = U_0 \frac{x^2 y^2}{R^4}.$$

Her er  $U_0$  og  $R$  positive konstanter, hhv en "karakteristisk energi" og en "karakteristisk lengde" for det aktuelle systemet.

- Bestem komponentene  $F_x$  og  $F_y$  av den tilhørende konservative kraften  $\mathbf{F}$ .
- Bruk MATLAB-programmet kraftfelt.m til å plote  $U(x, y)$ , samt å visualisere  $\mathbf{F}$ .



- Vis at veiintegralet av  $\mathbf{F}$  rundt den lukkede kvadratiske kurven (dvs fra  $i$  til  $f = i$ ) i figuren over er lik null, som det må være for en konservativ kraft. Tips: Bestem integralet langs hver av de fire rette linjene 1, 2, 3 og 4 hver for seg og legg sammen. Eksempelvis har vi langs linje 1 at  $d\mathbf{r} = \hat{x} dx$  og  $y = 2R$ , mens  $x$  endrer seg fra  $R$  til  $2R$ . På tilsvarende vis endrer  $y$  seg fra  $2R$  til  $R$  langs linje 2, mens  $x = 2R$  her er konstant. Og så videre!

Noen fasitsvar: 1b:  $3L/5$ , 1c:  $\simeq 0.46L$ , 2b:  $V^2/2\mu g$ , 2e:  $mV^2$ , 3d: 0 og 4

<sup>1</sup>Begrepene *potensiell energi* og *potensial* brukes ofte synonymt i fysikk. Strengt tatt er potensialet en spesifikk potensiell energi, i betydningen "potensiell energi pr enhet av et eller annet". Eksempler: Elektrisk potensial er potensiell energi pr ladningsenhet. Gravitasjonspotensial er potensiell energi pr masseenhed.