

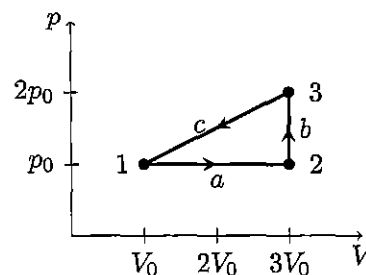
TTY/FYS-1091 Insinöörifysiikka I, 2015 (Paavilainen)

2. välikoe ja tentti 22.05.2015

- Ympyröidyt kysymykset (1, 2, 3, 4, 5) kuuluvat 2. välikokeeseen.
- Neliöidyt kysymykset (3, 4, 5, 6 ja 7) kuuluvat tenttiin.
- **Välikokeessa saa käyttää laskinta, mutta se ei saa olla ohjelmoitava!**
- Kääntöpuolella kaavoja ja vakioita.
- Jos olet suorittanut laskuharjoitukset < 2015, merkitse suoritussuosi nimesi viereen.
- Muista antaa kaikkopalautetta arvosanan saamiseksi.

① Vaakasuurassa x -suuntaan harmonisesti värähtelevä palikka on kytketty jouseen, jonka jousivakio on 54 N/m . Värähtelyn taajuus on 2.0 Hz . a) Laske palikan massa. b) Laske liikkeen amplitudi ja c) kirjoita palikan paikan lauseke ajan funktiona, kun hetkellä $t = 0$ palikan nopeuskomponentti on $+4.0 \text{ m/s}$ ja siirtymä on $+0.20 \text{ m}$.

② Kaksiatominen ideaalikaasu (0.10 moolia , $C_V = 5/2R$) suorittaa oheisen kuvan mukaisen syklin, missä $p_0 = 200 \text{ kPa}$ ja $V_0 = 1.00 \text{ l}$. a) Laske kaasun tekemä työ yhden syklin aikana. b) Laske prosesseissa a , b ja c kaasuun siirtyvät lämmöt. c) Kuvaako sykli jääkaappia vai lämpökoneetta? Perustele vaikkapa energiavirtadiagrammin avulla.



③ Mikroaaltouunin säteilyteho on 700 W . Laitat uuniin lasillisen 2.0 dl vettä, jonka lämpötila on 20°C . a) Kauanko menee ennen kuin vesi alkaa kiehumään, jos vesi absorboi kaiken uunin säteilyn? b) Kauanko menee ennen kuin kaikki vesi on muuttunut vesihöyryksi? Veden ominaislämpö on 4190 J/kgK , sulamislämpö 334 kJ/kg , höyrystymislämpö 2260 kJ/kg ja tiheys $1.00 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$.

④ Sähköntuotannon tasaamiseksi vesivoimalassa pumpataan vettä voimalan yläpuolella olevan tekoaltaaseen. Altaaseen vievän putken halkaisija on 1.3 metriä ja sen läpi kulkee vettä 300 kuutiometriä minuutissa. a) Laske virtausnopeus altaalle menevässä putkessa. b) Vesi tulee altaalle pumppaamosta lähtevän putken kautta. Sen halkaisija on 1.0 m . Mikä pitää ylipaineen olla pumppaamolta lähtevässä putkessa, jotta vesi nousisi normaaliin ilmanpaineeseen 47.0 m korkeammalle yläaltaalle? Putkien poikkileikkaukset ovat ympyränmuotoisia. Veden tiheys on $1.00 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$.

⑤ Hiilidioksidin kolmoispisteen lämpötila ja paine ovat 217 K ja $5.17 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. Vastaavat kriittisen pisteen tiedot ovat 304 K ja $7.4 \cdot 10^6 \text{ Pa}$. a) Hahmottele tietojen avulla hiilidioksidin faasidiagrammi eli pT -diagrammi. b) Olkoon astiassa oleva hiilidioksidi aluksi paineessa $1.0 \cdot 10^6 \text{ Pa}$ ja lämpötilassa 300 K . Pohdi diagrammin avulla mitä hiilidioksidin olomuodolle tapahtuu, kun sen lämpötila pienenee hitaasti arvoon 150 K paineen pysyessä vakiona.

⑥ Kappaleen (massa 2.1 kg) nopeus ajan funktiona on

$$\vec{v}(t) = [(0.36 \text{ m/s}^4)t^3]\hat{j} + [(0.22 \text{ m/s}^2)t]\hat{k}$$

a) Laske kappaleen kiihtyvyys ajan hetkellä $t = 2.0 \text{ s}$. b) Laske kappaleen paikka ajan hetkellä $t = 2.0 \text{ s}$, kun ajan hetkellä $t = 0$ kappale on paikassa $(3.0 \text{ m})\hat{i} + (2.0 \text{ m})\hat{j}$. c) Laske kappaleeseen tehty kokonaistyö (nettovoiman tekemä) aikavälillä $0.0 \text{ s} \rightarrow 2.0 \text{ s}$.

⑦ Umpinainen pallo ($I_{cm} = 2/5MR^2$) liikuu kaltevaa tasoa alaspäin. Tason kaltevuuskulma horisontin suhteen on 65.0 astetta. a) Mikä minimiarvo lepokitkakertoimella pitää olla, jotta pallo lopettaisi liukumisen ja alkaisi vieriiä? b) Kuinka suuri vierivän pallon kiihtyvyys olisi tällä lepokitkakertoimen suuruudella, jos pyörimiskitkaa ei ole?

FYS-1080 Insinöörifysiikka I teoria ja laboratorioharjoitukset TU+TJ / Niemi

2. välikoe ja tentti 22.5.2015

Tehtävät 1-5 kuuluvat 2. välikokeeseen. Tehtävät 3-7 kuuluvat tenttiin.

Merkitse vastauspaperiin, suoritatko 2. välikokeen, tentin vai molemmat.

Kokeessa saa käyttää laskinta, jos se ei ole ohjelmoitava.

1. (VK) Sylinterin muotoinen ämpäri, säde 10.0 cm ja korkeus 25 cm, on täynnä vettä. Ämpärin alareunaan tehdään viilto (leveys 1.0 mm ja pituus 10.0 mm), jolloin vesi ämpäristä vuotaa hitaasti pois. Laske nopeus, jolla vedenpinta laskee, olettaen että se on paljon pienempi kuin vuotonopeus viillossa.

2. (VK) 1.5 kg jäätä on styroksista tehdyssä kylmälaukussa, jossa laukun sisälämpötila ja jään lämpötila on kauttaaltaan 0.0°C. Laukku on tilassa, jonka lämpötila on vakio 20.0°C. Laukun kokonaispinta-ala on 0.87 m² ja seinämän paksuus 2.3 cm. Styroksin lämmönjohtavuuskerroin on 0.020 W/mK, ja jään sulamislämpö 3.34 · 10⁵ J/kg. a) Laske lämpövirran suuruus laukkuun. b) Kauanko kestää, kunnes kaikki jää on sulanut? c) Mitä lämpövirran suuruudelle tapahtuu jään sulamisen jälkeen, ja miksi?

3. (VK+T) Langassa etenevää poikittaista aaltoa kuvaa poikkeaman lauseke

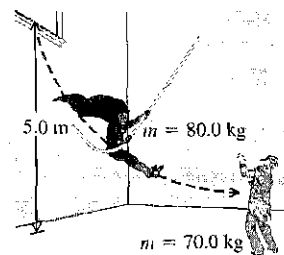
$$y = 0.72 \text{ m} \sin\left(1.12 \frac{1}{\text{m}} \cdot x - 2.3 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \cdot t\right).$$

a) Laske aallon etenemisvauhti. b) Mihin suuntaan aalto etenee? c) Kuinka suuri ja mihin suuntaan on kohdassa x=1.2m olevan langan pisteen nopeus hetkellä t=2.0s?

4. (VK+T) Eräs termodynamiikan syklinen prosessi kaksiatomiselle ideaalikaasulle tapahtuu seuraavasti: vaiheessa A kaasuun tuodaan lämpö $Q_H = 37 \text{ kJ}$ vakioaineessa; vaiheessa B kaasu laajenee adiabaattisesti; vaiheessa C kaasusta poistetaan lämpö $Q_C = -27 \text{ kJ}$ vakiotilavuudessa ja vaiheessa D kaasu puristetaan kokoon adiabaattisesti, ja systeemi palaa lähtötilaansa. a) Hahmottele prosessi pV-diagrammiin. b) Kuinka suuri kaasun tekemä työ on yhden syklin aikana?

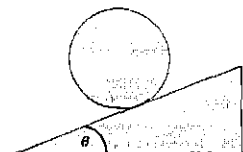
5. (VK+T) Carnot'n kone koostuu kuumasta lämpöhauteesta, joka sisältää kiehuvaa vettä, sekä kylmästä lämpöhauteesta, joka sisältää suuren tilavuuden vettä ja jäätä termisessä tasapainossa. Viiden minuutin aikana kone sulattaa 0.100 kg jäätä. a) Mikä on koneen hyötysuhde? b) Kuinka suuren työn Carnot'n kone tänä aikana tekee? Jään sulamislämpö $L = 3.34 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$.

6. (T) sijaisnäyttelijä A, $m=80 \text{ kg}$, hyppää 5.0 metrin korkeudessa olevalta ikkunalaudalta kattokruunusta roikkuvan köyden varaan ja taklaa lattialla suoraan kruunun alla seisovan sijaisnäyttelijä B:n ($m=70 \text{ kg}$). a) Millä nopeudella toisiinsa takertuneet näyttelijät alkavat liukua pitkin lattiaa? b) Jos näyttelijöiden ja lattian välinen kitkakerroin on 0.25, kuinka pitkälle he voivat liukua?



7. (T) Umpinainen pallo vierii liukumatta alas kaltevaa tasoa (kaltevuuskulma θ). Pallon hitausmomentti $I = \frac{2}{5} m r^2$ ja pallon ja tason välinen staattinen kitkakerroin $\mu = 0.6$.

- a) Piirrä kuva kappaleeseen vaikuttavista voimista.
b) Mitkä palloon kohdistuvista voimista aiheuttavat vääntömomenttia pallon keskipisteen suhteen? Perustele. Kuinka suuri nettovääntömomentti pallon keskipisteen suhteen on?
c) Mikä on suurin mahdollinen kulma, jossa pallo vierii tasoa alas liukumatta?



Kaavoja ja vakioita kääntäpuolella.