NTNU
Kunnskap for ei betre verd

Institutt for Fysikk

Eksamensoppgåve i TFY 4125 Fysikk

Fagleg kontakt under eksamen: Magnus Borstad Lilledahl

Tlf.: 92851014 / 73591873

Eksamensdato: 23.5.14

Eksamenstid (frå-til): 0900-1300

Hjelpemiddelkode/Tillatne hjelpemiddel: C/Bestemt enkel kalkulator, matematisk formelsamling (Rotman).

Annan informasjon: Eksamenssettet er utarbeida av Magnus Borstad Lilledahl i samarbeid med Dag Werner Breiby

Målform/språk: Nynorsk

Sidetal:9 sider (pluss forside)

Sidetal vedlegg: 1 side (svarark for flervalgsoppgåver)

Kontrollert av:

Dato Sign

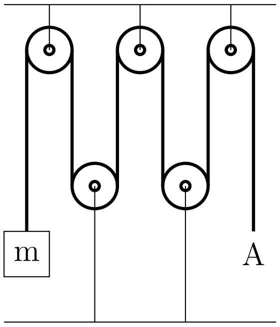
Merk! Studentane finn sensur i Studentweb. Har du spørsmål om sensuren må du kontakte instituttet ditt. Eksamenskontoret vil ikkje kunne svare på slike spørsmål.

Svar markeres på vedlagte skjema bakerst i oppgåvesettet. Riv av dette arket og lever med eksamensomslaget. Kun eit kryss. Feil svar, ingen kryss eller fleire enn eit kryss gir null poeng. Ingen minuspoeng for feil svar. Andre vedlegg som utrekningar, kladd og kommentarer vil ikkje bli tillagt vekt. Totalt antall poeng er 66 poeng. For alle fysiske konstanter, bruk antall signifikante siffer som angitt i formelarket på side 9.

Oppgåve 1 (2 poeng)
Ein bil startar i ro ved $t = 0$ og har ein akselerasjon gitt av $a(t) = c_1 t - c_2 t^2$. $c_1 = 3{,}0$ m/s^3 og $c_2 = 0{,}6$ m/s^4. Kor langt har bilen køyrt på 5,0 s?
A. 24 m B. 12 m C. 42 m D. 31 m E. 17 m

Oppgåve 2 (2 poeng)
Ein appelsin med masse $m = 0{,}231$ kg faller fra ein posisjon 1,83 m over golvet. Kva er hastigheta til appelsinen i det han treff golvet (hint: antall signifikante siffer)?
A. 3,0 m/s B. 6 m/s C. 2,99 m/s D. 5,99 m/s E. 2,993024 m/s

Oppgåve 3 (4 poeng)
Ein motorsykkelkøyrar skal gjere eit stunt kor han skal køyre utfor eit hopp som har ein vinkel på 18 grader over horisontalen og deretter lande bortanfor ein 40 m lang rekke med bilar. Hoppkanten er 3,0 m over bakken. Kor høy hastigheit må han *minst* ha for å hoppe langt nok? Sjå bort fra luftmotstand.
A. 17 m/s B. 23 m/s C. 28 m/s D. 35 m/s E. 38 m/s



Figur 1: Oppsett for oppgåve 4.

Oppgåve 4 (2 poeng)
Figur 1 viser eit trinsesystem som held oppe ein masse m (anta masselaus snor, samt friksjonsfrie og masselause trinser). Kor stor kraft må du trekkje i snora med i punkt A for at massen m ikkje skal akselerere?
A. mg B. $\frac{3mg}{5}$ C. $\frac{2mg}{7}$ D. $\frac{mg}{5}$ E. $\frac{mg}{3}$

Oppgåve 5 (4 poeng)

Ein pendel (masse $m = 1{,}0$ kg, snorlengde $r = 1{,}0$ m) dras ut til sida med ein vinkel $\theta = 20^\circ$ og slippes ved $t = 0$ (pendelen er i ro når han slippes). Krafta som virker på pendelen er gravitasjonskrafta samt ei friksjonskraft (luftmotstand) som er gitt av $F_L = -bv(t)$, kor $v(t)$ er banefarten til massen og $b = 0{,}050$ Ns/m. Kva for eit av kodealternativene skal byttas ut med *** i koden nedenfor for at variabelen `v` gjev ei riktig gjengivelse av vinkelposisjonen (hint: finn riktig differensiallikning fra Newtons 2. lov, skriv som koblet sett med 1. ordens likninger og diskretiser disse).

```
import numpy as np

g = 9.81  #gravitasjonskonstanten
b = 0.05  #friksjonskoefisient
N = 10000  #Antall datapunkter for diskretisering
T = 10.0  #Totalt tidsintervall
h = T/(N-1) #Tidsinterval mellom hvert datapunkt
m = 1.0  #Massen
r = 1.0  #Pendelens lengde
v = np.zeros(N) # vinkelposisjon
w = np.zeros(N) # vinkelhastighet
v[0] = 20*3.14/180 #Initialbetingelser
w[0] = 0
for n in range(0,N-1):
 ***
```

A. `w[n+1] = (g/r*np.sin(v[n])+b/m*w[n])*h + w[n]`
`v[n+1] = w[n]*h`

B. `w[n+1] = g/r*np.sin(v[n])*h-b/m*w[n] + w[n]`
`v[n+1] = w[n]*h + v[n]`

C. `w[n+1] = g/r*np.sin(v[n]*h-b/m*w[n] + w[n]*h`
`v[n+1] = w[n]*h`

D. `w[n+1] = (-g/r*np.sin(v[n])-b/m*w[n])*h + w[n]`
`v[n+1] = w[n]*h + v[n]`

E. `w[n+1] = (g/r*np.sin(v[n])*h-b/m*w[n]*h**2 + w[n]`
`v[n+1] = w[n]*h + v[n]`

Oppgåve 6 (3 poeng)

Anta at startvinkelen i forrige oppgåve er lita og at friksjonskrafta er neglisjerbar. Kva er eit riktig uttrykk for perioden T til svingningen?

A. $T = \sqrt{g/r}$

B. $T = g/r$

C. $T = 2\pi\sqrt{r/g}$

D. $T = \pi r\sqrt{g}$

E. $T = 2\pi r^2/g$

Oppgåve 7 (4 poeng)

Anta at vi har systemet tilsvarende det i oppgåve 5 kor vi har målt vinkelhastigheta i N jevnt fordelte posisjonar fra startpunktet $\theta = 20°$ til bunnpunktet og lagret desse dataene i (python)variabelen `w`. Kva for eit av følgjande alternativ skal byttas ut med *** i koden nedenfor for at variabelen `W` skal gje ein tilnærming til absoluttverdien av arbeidet som blir gjort av *friksjonskraften* i løpet av denne bevegelsen?

```
#Målepunktene er lastet inn i variabelen w
b = 0.05 #Friksjonskoeffisient
N = 10000 #Antall målepunkter
v0 = 20*3.14/180 #startpunkt
dv = v0/(N-1) #Vinkelintervall mellom målepunkter
dW = np.zeros(N-1)
 ***
W = np.sum(dW)
```

A.
```
F = -b*r*w
dW = F[1:N-1]*r*dv
```

B.
```
F = -m/g*np.sin(w)-b*r*w
dW = F[1:N-1]*r*dv
```

C.
```
F = -b*r*w
dW = F[1:N-1]*dv
```

D.
```
F = -b*r*w
dW = F[1:N-1]*N
```

E.
```
F = -m/g*np.sin(w)-b*r*w
dW = F[1:N-1]*r*dv
```

Oppgåve 8 (3 poeng)

Ein 3,2 m, tilnærmet masselaus, stang har tre masser festet til seg. $m_1 = 13{,}3$ kg på den eine enden, $m_2 = 16{,}2$ kg på midten og $m_3 = 32{,}0$ kg på den andre enden. Kor er massesenteret til stangen (målt fra enden med massen m_1)?

A. 3,0 m B. 2,1 m C. 2,6 m D. 1,1 m E. 1,9 m

Oppgåve 9 (4 poeng)

Sisyfos dyttar ein stor stein (tilnærmet som ein rund kompakt kule, $I = \frac{2}{5}mR^2$) med masse $m = 6000$ kg og radius $R = 1{,}0$ m opp ein bakke (sterk kar). Helningen på bakken er 25°. Anta at krafta F_s han dytter med virker parallelt med bakken og langs ei linje gjennom senter på kula (altså ingen friksjon mellom hendene og kula som kan gi opphav til et dreiemoment når kula roterer). Friksjonskoeffisientent mellom kula og bakken er $\mu = 0{,}20$. Kor stor kraft kan Sisyfos dytte med uten at kula begynner å skli?

A. 62 kN B. 32 kN C. 54 kN D. 112 kN E. 19 kN

Oppgåve 10 (4 poeng)

Ein tynn stang har ei massetetthet (masse/lengde) som er gitt av $\rho(x) = (0{,}2\ \text{kg/m} + 0{,}1x^2\ \text{kg/m}^3)$, kor x er eit punkt på stangen målt fra den eine enden. Lengden av stangen er 1.0 m. Stangen roterar rundt eit punkt som er festet til den enden av stangen som er lettest. Kva er treghetsmomentet til stangen?

A. 0.012 kgm^2 B. 0.045 kgm^2 C. 0.062 kgm^2 D. 0.087 kgm^2 E. 0.13 kgm^2

Oppgåve 11 (2 poeng)

Etter at du gnir ein ballong mot håret ditt (forutsatt at du har litt mer hår enn faglærer) og holder han mot veggen, kva er det som gjer at han sitter fast når du slepp han?

A. Vekselvirkning med håret skaper eddy-straumar i ballongen som induserar straumar i veggen slik at man får magnetisk tiltreking.

B. Ladning på ballongen polariserer molekylene i veggen slik at man får elektrostatisk tiltrekning.

C. Gnikkingen lager små hakk i ballongen som auker friksjonskoefisienten mellom ballong og vegg.

D. Den nære kontakten mellom vegg og ballong gjer eit sterkt elektrisk felt som skaper dielektrisk brudd i luften og påfølgende kjemiske reaksjoner som "limer" ballongen til veggen

E. Dielektrisk brudd rundt ballongen skaper aukt temperatur og dermed oppdrift som følge av konveksjonsstraumer i luften. Det gjør at ballongen ikke detter ned.

Oppgåve 12 (3 poeng)
Ei lukket straummsløyfe er plassert i eit magnetfelt som er gitt ved $\mathbf{B} = B_0 \sin(\omega t)\hat{\mathbf{z}}$. Arealet av sløyfa er A. Om sløyfa ligg i xy planet, kva blir absoluttverdien til den induserte emf $\mathcal{E}$ i sløyfa?
A. $B_0 A$ B. $\omega B_0 A$ C. $A\omega B_0 \cos(\omega t)$ D. $A^2\omega^2 B_0 \cos(\omega t)$ E. $A^2\omega^2 B_0 \cos(\omega t)\sin(\omega t)$

Oppgåve 13 (2 poeng)
Vi har to partiklar med ladning $q_1 = 3$ C og $q_2 = 1$ C som er ein avstand $d = 1$ m fra kvarandre. Kva for eit av følgjande utsagn om dei elektrostatiske kreftene mellom partiklene er sant?

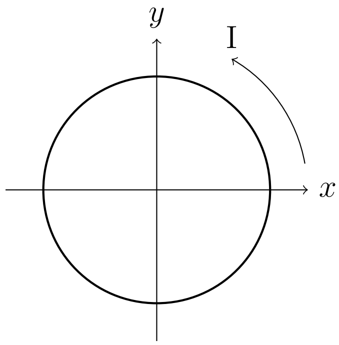
A. Kraften på q_1 er større enn kraften på q_2
B. Kraften på q_2 er større enn kraften på q_1
C. Kreftene øker med økende avstand d
D. Kreftene som virker på partiklene peker i samme retning
E. Kreftene som virker på partiklene er like store

Oppgåve 14 (4 poeng)
Vi har tre ladninger $q_1 = -3{,}0$ μC, $q_2 = -6{,}0$ μC og $q_3 = 6{,}0$ μC. Desse er plassert henholdsvis i posisjonene $\mathbf{r_1} = [0,\ 1.0]$ cm, $\mathbf{r_2} = [1.0,\ 3.0]$ cm og $\mathbf{r_3} = [0.0,\ 0.0]$ cm. Hva blir kraften på q_3?

A. [1.2, 3.4] N
B. [0.56, -0.99] N
C. [-1.2, 0.6] N
D. [0.30, 0.75] N
E. [0.010, 0.19] N

Oppgåve 15 (3 poeng)
Du slipper ein magnet med polane oritentert vertikalt mot ei lukka spole som ligger på golvet (spolens akse er orientert vertikalt). Akselerasjonen til magneten vil vere (sjå bort fra luftmotstand)

A. $> g$
B. $< g$
C. g
D. 0
E. Det kommer an på om sydpolen eller nordpolen er orientert mot spolen.



Figur 2: Ein spole er i eit uniformt magnetfelt som går i positiv x-retning (mot høyre). Det går ein straum i kretsen i retning som pilen viser

Oppgåve 16 (2 poeng)

Ein sirkulær spole ligg i xy planet som vist i figur 2. Anta at vi har eit stasjonært magnetfelt som peiker i positv x-retning. Det går en strøm i spolen som vist i figuren. I hvilken retning peker dreiemomentet (uttrykt som en vektorstørrelse) som spolen opplever.

A. $\hat{\mathbf{x}}$ B. $-\hat{\mathbf{x}}$ C. $\hat{\mathbf{y}}$ D. $-\hat{\mathbf{y}}$ E. $\hat{\mathbf{z}}$

Oppgåve 17 (3 poeng)

Ein sirkulær spole lig i xy planet som vist i figur 2. Anta at vi har eit stasjonært magnetfelt som pieker i positv x-retning. Det går en straum i spolen som vist i figuren. Spolen starter som vist i figuren og kan rotere rundt y-aksen. I kva retning vil punktet som ligger lengst til høyre (på positiv x akse) bevege seg når spolen begynner å bevege seg?

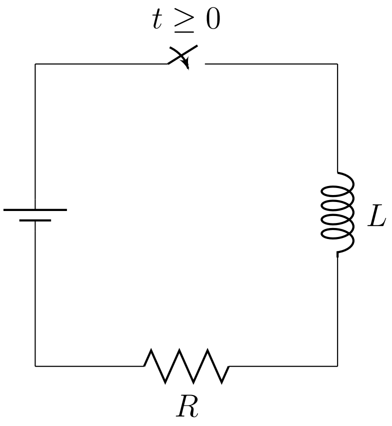
A. $\hat{\mathbf{z}}$

B. $-\hat{\mathbf{z}}$

C. Den står stille

D. Det kommer an på styrken til feltet

E. Det kommer an på om lederen er paramagnetisk eller diamagnetisk



Figur 3: Ein LR krets

Oppgåve 18 (3 poeng)

Vi har ein krets som vist i figur 3. Kva for eit av følgjende alterntiv er riktig for straumen I_0 i det bryteren lukkes, og for straumen I_∞ når bryteren har vært lukket lenge?

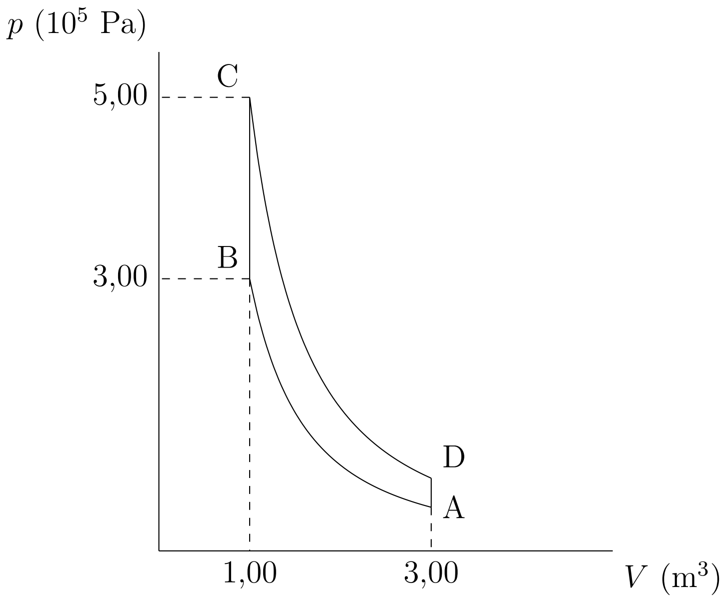
A. $I_0 = V/R$, $I_\infty = V/L$

B. $I_0 = V/L$, $I_\infty = 0$

C. $I_0 = V/R$, $I_\infty = 0$

D. $I_0 = 0$, $I_\infty = V/R$

E. $I_0 = 0$, $I_\infty = V/(R + L)$



Figur 4: Den termiske prosessen går i retning A-B-C-D-A. Prosessen AB og CD er adiabatiske. Anta at alle prosessar er reversible. Virkegassen er 300 mol av ein ideell (ein-atomig) gass.

Oppgåve 19 (3 poeng)

Gitt den termiske prosessen i figur 4. Kor stort arbeid blir gjort av gassen i prosessen fra A til B?

A. -0,23 MJ B. -40,6 kJ C. 0 J D. 98,5 kJ E. 0,13 MJ

Oppgåve 20 (3 poeng)

Gitt den termiske prosessen i figur 4.Kva er entropiendring i gassen i prosessen fra A til B?

A. -28,0 J/K B. -12,0 J/K C. 0 J/K D. 16,0 J/K E. 29,0 J/K

Oppgåve 21 (3 poeng)

Gitt den termiske prosessen i figur 4. Kor mye varme blir tilført gassen i prosessen fra B til C?

A. 45,0 kJ B. 60,0 kJ C. 92,0 kJ D. 115 kJ E. 300 kJ

Oppgåve 22 (3 poeng)

Gitt den termiske prosessen i figur 4. Kva er virkningsgraden til denne prosessen?

A. 0,231 B. 0,381 C. 0,519 D. 0,629 E. 0,989

Fysiske konstanter

$g = 9{,}81\ \mathrm{m/s^2}$
$k_\mathrm{B} = 1{,}3807 \cdot 10^{-23}\mathrm{J/K}$
$N_\mathrm{A} = 6{,}02 \cdot 10^{23}$
$R = N_\mathrm{A} k_\mathrm{B} = 8{,}31\ \mathrm{Jmol^{-1}K^{-1}}$
$\varepsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12}\ \mathrm{C^2\ N^{-1}\ m^{-2}}$
$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\ \mathrm{N/A^2}$
$k = 8{,}99 \cdot 10^9\ \mathrm{Nm^2C^{-2}}$
$e = 1{,}60 \cdot 10^{-19}\ \mathrm{C}$
$m_\mathrm{e} = 9{,}11 \cdot 10^{-31}\ \mathrm{kg}$

Mekanikk

$\mathbf{a} = \dfrac{d\mathbf{v}}{dt} = \dfrac{d^2\mathbf{r}}{dt^2}$
$\mathbf{F} = m\mathbf{a}$
$\mathbf{p} = m\mathbf{v}$
$\dfrac{d\mathbf{p}}{dt} = \mathbf{F}$
$W = \int \mathbf{F} \cdot \mathbf{ds}$
$K = \frac{1}{2}mv^2$
$\mathbf{F} = -\nabla U$
$F_\mathrm{f} \leq \mu_s F_\perp$
$\alpha = \dfrac{d\omega}{dt} = \dfrac{d^2\theta}{dt^2}$
$b = \theta r,\ v = \omega r,\ a = \alpha r$
$K_\mathrm{rot} = \frac{1}{2}I\omega^2$
$\boldsymbol{\tau} = \mathbf{r} \times \mathbf{F}$
$\mathbf{F} = I\boldsymbol{\alpha}$
$I = \sum_i m_i \mathbf{r}_i^2$
$I_r = I_0 + Mr^2$
$\mathbf{r_{cm}} = \dfrac{1}{M_\mathrm{tot}} \sum_i m_i \mathbf{r}_i$
$\mathbf{I} = \Delta\mathbf{p} = \int \mathbf{F}dt$
Betingelser for ren rulling:
$v = \omega r,\ a = \alpha r$

Svingninger

$x'' + \omega_0^2 x = 0$
$\omega_0 = \sqrt{k/m}$
$T = 2\pi/\omega$
$f = 1/T$

Termisk fysikk

n (antall mol)
$N = nN_\mathrm{A}$ (antall molekyler)
$\Delta U = Q - W$
$pV = nRT$
$pV = N\frac{2}{3}K_\mathrm{avg}$
$W = \int pdV$
$dQ = nCdT$
$C_\mathrm{V} = \frac{3}{2}R$ (en-atomig)

$C_\mathrm{V} = \frac{5}{2}R$ (to-atomig)
$C_\mathrm{P} = C_\mathrm{V} + R$
$\gamma = \dfrac{C_\mathrm{P}}{C_\mathrm{V}}$
$PV^\gamma =$ konst (adiabatisk)
$TV^{\gamma-1} =$ konst (adiabatisk)
$\eta = \frac{W}{Q}$
$\eta_\mathrm{Carnot} = 1 - \frac{T_c}{T_h}$
$dS = \dfrac{dQ_{rev}}{T}$

Elektrisitet og magnetisme

$\mathbf{F} = k\dfrac{q_1 q_2}{r^2}\hat{\mathbf{r}}$
$\mathbf{E} = \dfrac{\mathbf{F}}{q}$
$\Delta V = -\int \mathbf{E} \cdot \mathbf{ds}$
$\Phi_B = \int \mathbf{B} \cdot d\mathbf{dA}$
$\oint_S \mathbf{E} \cdot d\mathbf{A} = \frac{Q}{\varepsilon_0}$
$\oint_S \mathbf{B} \cdot d\mathbf{A} = 0$
$\oint_C \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = \mathcal{E} = -\dfrac{d\Phi_B}{dt}$
$\oint_C \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \mu_0(I + \varepsilon_0 \dfrac{d\Phi_E}{dt})$
$d\mathbf{B} = \dfrac{\mu_0}{4\pi} I \dfrac{d\mathbf{l} \times \hat{\mathbf{r}}}{r^2}$
$\mathbf{F} = q(E + \mathbf{v} \times \mathbf{B})$
$\boldsymbol{\tau} = \mu \times \mathbf{B}$
$\mu = IA$
$C = \frac{Q}{V}$
$V = RI$

Vedlegg 1: Svarark (riv av og lever med eksamensomslag)
Kandidatnummer:
Fagkode:

	A	B	C	D	E
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					