

Institutt for Fysikk

## Eksamensoppgave i FY0001 Brukerkurs i fysikk (V2018)

**Faglig kontakt under eksamen: Mikael Lindgren**

**Tlf.: 41 46 65 10**

**Eksamensdato: 9. juni, 2018**

**Eksamenstid (fra-til): 0900 - 1300**

**Hjelpemiddelkode/Tillatte hjelpemidler: C (Godkjent kalkulator; Rottmann, Matematisk formelsamling, Gyldendals tabeller og formler i fysikk – Fysikk 1 og Fysikk 2)**

**Annen informasjon:** Oppgavene er oppdelt i A- og B-del. A-delen har kun flervalgsspørsmål med svaralternativ A, B, C, D eller E. På B-delen skal det gis fullstendige løsninger.

Oppgavene er utarbeidet av Mikael Lindgren og Emil Samuelsen

**Målform/språk: Bokmål**

**Antall sider (uten forside): 4 (inkludert et besvarelsesark)**

**Antall sider vedlegg: 3 (ligningsark)**

**Informasjon om trykking av eksamensoppgave**

**Originalen er:**

**1-sidig** ☐ **2-sidig** ☐

**sort/hvit** ☐ **farger** ☐

**skal ha flervalgskjema** ☐

**Kontrollert av:**

\_\_\_\_\_

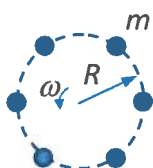
\_\_\_\_\_ Dato Sign

**Del A. Kun et svar skal gis (A-E: besvarelsesark side 4). Hvert rett svar gir 4p.**

**Oppgave 1.** En boks med leverpostei ligger på et skjærebrett. Den statiske friksjonskoeffisienten mellom boks og brett er 0,23. Hva er maksimal helningsvinkel på brettet uten at leverposteboksen begynner å gli?

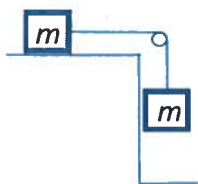
- A:  $7^\circ$       B:  $11^\circ$       C:  $13^\circ$       D:  $17^\circ$       E:  $19^\circ$

**Oppgave 2.** Hva er treghetsmomentet til 6 punktmasser (hvert med massen  $m$ ) jevnt fordelt på en sirkel med rotasjonsakse tatt gjennom massesenter, normalt på sirkelens plan (Figur).  $m = 6,0 \text{ kg}$ ,  $R = 2,0 \text{ m}$ .



- A:  $24 \text{ kg m}^2$   
 B:  $48 \text{ kg m}^2$   
 C:  $145 \text{ kg m}^2$   
 D:  $164 \text{ kg m}^2$   
 E:  $280 \text{ kg m}^2$

**Oppgave 3.** En masse på 500 g ligger på et bord festet med en snor og en trinse (se Figur) til en like stor masse som kan falle i tyngdefeltet. Statisk og kinetisk friksjonskoeffisienter mellom bord og massen på bordet er  $\mu_s = 0,25$  og  $\mu_k = 0,20$ . Hva blir massenes akselerasjon? (Tyngdeakselerasjonen  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ ).



- A:  $0,10g \text{ m/s}^2$   
 B:  $0,20g \text{ m/s}^2$   
 C:  $0,30g \text{ m/s}^2$   
 D:  $0,40g \text{ m/s}^2$   
 E:  $0,60g \text{ m/s}^2$

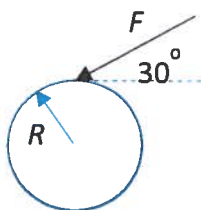
**Oppgave 4.** En masse  $m_1 = m$  har hastighet  $v_1 = v$  og kolliderer fullstendig uelastisk med en annen masse  $m_2 = 3m$  med samme hastighet, men i motsatt retning. Etter kollisjonen henger de to massene sammen. Hvor mye energi går tapt?

- A:  $mv^2/2$       B:  $3mv^2/2$       C:  $3mv^2/4$       D:  $4mv^2/3$       E:  $2mv^2/3$

**Oppgave 5.** En stålkule med massen  $m_1 = 3m$  har hastighet  $v_1 = v$  og kolliderer sentralt og fullstendig elastisk med en annen masse  $m_2 = 4m$  som ligger i ro. Hvor mye kinetisk energi har massene tilsammen etter kollisjon?

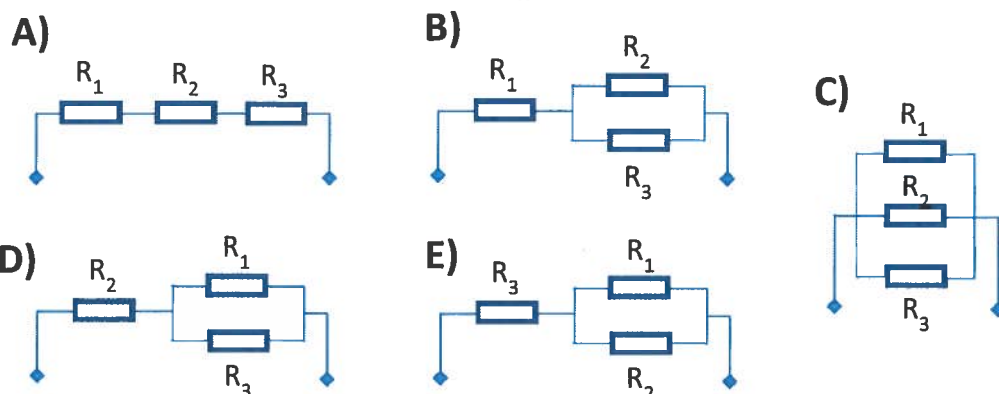
- A:  $mv^2/2$       B:  $3mv^2/4$       C:  $3mv^2/2$       D:  $4mv^2/3$       E:  $2mv^2/3$

**Oppgave 6.** En kraft  $F$  er rettet med  $30^\circ$  (vinkel med tangenten i treffpunktet) mot toppen av et hjul som vist på figuren. Hva blir styrken til dreiemomentet?



- A:  $FR \sin 30^\circ$   
 B:  $FR \cos 30^\circ$   
 C:  $FR$   
 D:  $FR \tan 30^\circ$   
 E:  $(F-R) \sin 30^\circ$

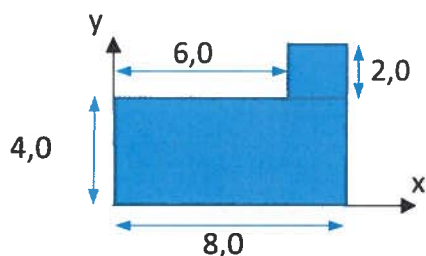
**Oppgave 7.** Ole har 3 motstander med resistansene  $R_1 = 1,00 \text{ ohm}$ ;  $R_2 = 2,00 \text{ ohm}$  og  $R_3 = 10,0 \text{ ohm}$ , men trenger å koble til en effektiv resistans på  $10,7 \text{ ohm}$  for sine målinger. Hvordan må han koble de tre motstandene for å få det til?



**Oppgave 8.** Per er ute og dykker. Han har med seg en vanntett lommelykt som sender ut en tynn lysstråle. Per lyser opp mot overflaten med en innfallsvinkel på  $17^\circ$  med lodmlinje. Hvilken vinkel kommer lyset ut med over vannet? ( $n$  for vann er  $1,33$ .)

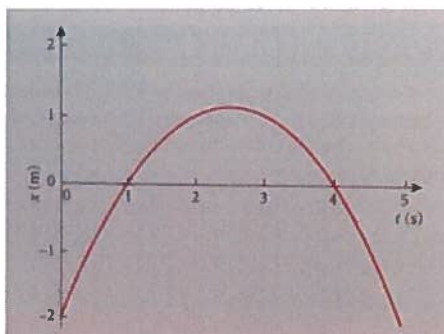
- A:  $22,9^\circ$     B:  $17^\circ$     C:  $25,3^\circ$     D:  $12,7^\circ$     E:  $90^\circ$

**Oppgave 9.** En vegg har mål og størrelse som vist i figuren. Hva er posisjonen til massesenteret hvis du bruker koordinatsystemet vist i figuren, med origo i nedre venstre hjørne?



- A:  $(x, y) = (4,0; 3,0) \text{ m}$   
 B:  $(x, y) = (4,3; 2,3) \text{ m}$   
 C:  $(x, y) = (4,3; 1,2) \text{ m}$   
 D:  $(x, y) = (3,3; 2,3) \text{ m}$   
 E:  $(x, y) = (4,7; 2,7) \text{ m}$

**Oppgave 10.**



Hvilken påstand er riktig ved tidspunktet  $t = 4,0 \text{ s}$ ?

- A: Hastigheten er null.    B: Hastigheten er positiv.    C: Hastigheten er negativ.  
 D: Akselerasjonen er null.    E: Akselerasjonen er positiv.

**Besvarelsesark del A: Navn/stud#** \_\_\_\_\_

**1:** \_\_\_\_\_

**2:** \_\_\_\_\_

**3:** \_\_\_\_\_

**4:** \_\_\_\_\_

**5:** \_\_\_\_\_

**6:** \_\_\_\_\_

**7:** \_\_\_\_\_

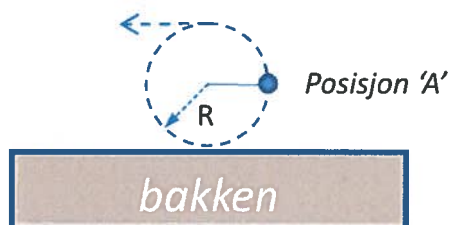
**8:** \_\_\_\_\_

**9:** \_\_\_\_\_

**10:** \_\_\_\_\_

**Del B. Gi fullstendige løsninger på separate ark (maks. 20 poeng/oppgave = total 60p).**

**Oppgave 11.** En liten jern-kule med massen  $m$  er festet i en tynn snor og går i en sirkulær bane med radius  $R = 0,75$  m og omløpstid  $T = 0,50$  s, like over bakken. Når kula er ved posisjon 'A' (se figur) går snora av. (Se bort fra snoras tyngde. Pilen angir rotasjonsretningen)

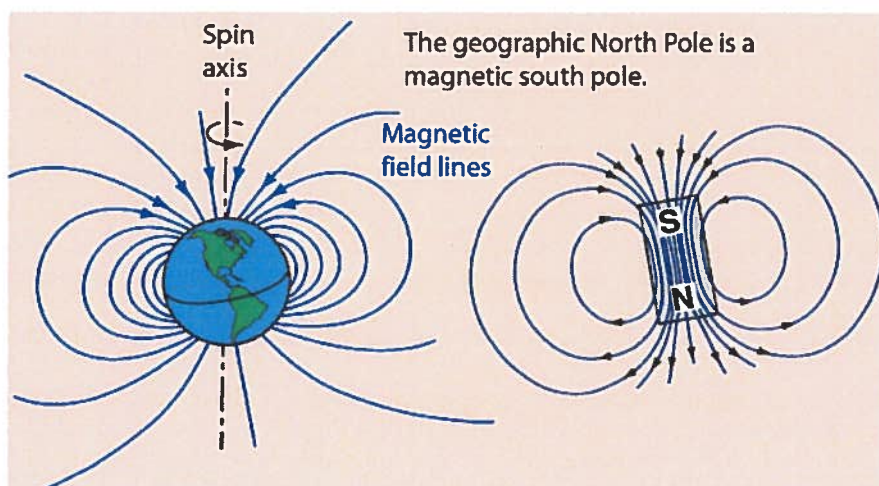


- Hva er akselerasjonen når kula roterer i banen?
- Hvor lang tid tar det til kula når bakken?
- Hva er hastigheten når den slår i bakken?
- Tegn kulas posisjon og hastighet som funksjon av tid fra det snora går av ( $t = 0$ ) til den slår i bakken.

**Oppgave 12.** Et lys står 14 cm til høyre for en positiv linse med fokallengden 7,0 cm.

A) Hvor kan man da se et reelt bilde (hvis en plasserer et papirark der) og hva gjelder for bildet? Lag en skisse med strålesporing i god skalering. B) Ronja ønsker bruke linsen som et forstørrelsesglass for å undersøke en bille. Forklar med en skisse hvordan bildene dannes og hvor billen skal plasseres i forhold til forstørrelsesglasset for å få 5 ganger forstørrelse.

**Oppgave 13.** Jordas magnetfelt er gitt i skissen nedenfor. Solvinden er en strøm av ladete partikler som beveger seg i retning mot jorda. Hva skjer med en positiv partikkel (proton,  $m_p = 1,673 \times 10^{-27}$  kg;  $q = 1,60 \times 10^{-19}$  C) som beveger seg med 600 km/s rett inn mot ekvatoren. Styrken til det magnet-feltet er rundt 0,050 mT. A) Tegn kreftene som virker på protonet. B) Hvordan beveger protonet seg? Beregn de romlige og tidsavhengige parametere du trenger for å beskrive banen.



## Formelark FY0001 – Brukerkurs V2018 (3 sider)

### Fysiske konstanter og benevninger/ Physical constants and units:

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2 / \text{kg}^2$$

$$q_e = -1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$k_e = 8,99 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2 / \text{C}^2$$

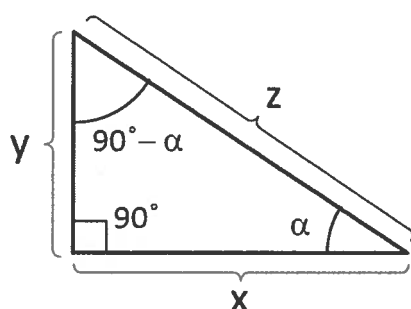
$$c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$1 \text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 / \text{Nm}^2$$

$$\mu_0 = 1,26 \cdot 10^{-6} \text{ H/m}$$

### Trigonometri / Trigonometry



$$\sin \alpha = \frac{y}{z}$$

$$\cos \alpha = \frac{x}{z}$$

$$\tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{y}{x}$$

### Formler/ Equations      Mekanikk/Mechanics

|                                                                                       |                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Fart ved konstant akselerasjon/<br>Speed with constant acceleration                   | $v = v_0 + at$                                     |
| Strekning ved konstant akselerasjon/<br>Distance with constant acceleration           | $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2$               |
| Tidløs formel/<br>Time less formula                                                   | $a(x - x_0) = \frac{1}{2}(v^2 - v_0^2)$            |
| Newtons 1. Lov; Newtons 2. lov                                                        | $\sum \vec{F} = 0 ; \quad \sum \vec{F} = m\vec{a}$ |
| Friksjonskraft (Glidefriksjon $\mu_k$ , Statisk friksjon $\mu_s$ )/<br>Friction force | $F_f = \mu F_n$                                    |
| Tyngdekraft, i konstant gravitasjonsfelt/<br>Gravitational force, constant field      | $F_g = mg$                                         |
| Kinetisk energi/<br>Kinetic energy                                                    | $K = E_{\text{kin}} = (1/2) mv^2$                  |
| Potensiell energi i konstant gravitasjonsfelt/<br>Potential energy const. field       | $U = E_{\text{pot}} = mgh$                         |
| Sentripetalakselerasjon/<br>Centripetal acceleration                                  | $a_c = \frac{v^2}{R}$                              |
| Gravitasjonskraft mellom punktlegemer/<br>Gravitational force between point bodies    | $F = G \frac{Mm}{r^2}$                             |
| Potensiell energi for to punktlegemer/Potential energy,<br>two point bodies           | $U = -\frac{GmM}{r}$                               |

**Bevegelsesmengde, dreiemoment og rotasjon/Momentum and rotation**

|                                                                                                 |                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Impulse og bevegelsesmengde<br>Impulse and linear momentum                                      | $I = F \cdot \Delta t; \quad \bar{p} = m\bar{v}$                                                                                                                           |
| Elastisk, sentral støt<br>Elastic central collision<br><i>f</i> og <i>e</i> er 'før' og 'etter' | $\sum_i m_{if} \bar{v}_{if} = \sum_i m_{ie} \bar{v}_{ie}; \quad \sum_i \frac{m_{if} v_{if}^2}{2} = \sum_i \frac{m_{ie} v_{ie}^2}$ $(v_{2e} - v_{1e}) = -(v_{2f} - v_{1f})$ |
| Uelastisk sentral støt<br>Unelastic collision                                                   | $\sum_i m_{if} \bar{v}_{if} = M_{tot} v_e; \quad \sum_i m_{ie} = M_{tot}$                                                                                                  |
| Vinkelhastighet og vinkelakselerasjon/<br>Angular velocity and acceleration                     | $\omega = \frac{d\theta}{dt}, \quad \alpha = \frac{d\omega}{dt}$                                                                                                           |
| Treghetsmoment/<br>Moment of inertia                                                            | $I = \sum_i m_i r_i^2$                                                                                                                                                     |
| Kinetisk energi roterende legeme/<br>Kinetic energy rotating object                             | $K_{rot} = (1/2) I \omega^2$                                                                                                                                               |
| Dreiemoment/<br>Torque                                                                          | $\tau = F_t \cdot r$                                                                                                                                                       |
| Newtons lov for sirkelbevegelse /<br>Newtons law for rotational motion                          | $\tau_{net, ext} = I \cdot \alpha$                                                                                                                                         |

**Bølger og lyd/ Waves and sound**

|                                                                       |                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Harmonisk svingning/<br>Harmonic oscillation                          | $y(t) = A \sin(\omega t) = A \sin\left(\frac{2\pi}{T} t\right)$                                                                                                                              |
| Harmonisk bølge/<br>Harmonic wave                                     | $y(x, t) = A \sin(kx - \omega t) = A \sin\left(\frac{2\pi}{\lambda} x - 2\pi f \cdot t\right) = A \sin\left(\frac{2\pi}{\lambda} x - \frac{2\pi}{T} t\right)$ $v_{phase} = \frac{\omega}{k}$ |
| Stående bølger på streng/<br>Standing waves on a string               | $\lambda_1 = 2L, \quad \lambda_2 = \frac{2L}{2}, \quad \lambda_3 = \frac{2L}{3}, \text{ etc}$                                                                                                |
| Taktfrekvens/Beat frequency                                           | $f_{beat} = f_2 - f_1$                                                                                                                                                                       |
| Doppler effekt, bevegelig mottaker<br>Doppler effect, moving receiver | $f' = f \left(1 \pm \frac{v_R}{v}\right)$                                                                                                                                                    |
| Doppler effekt, bevegelig sender<br>Doppler effect, moving emitter    | $f' = f \left(\frac{1}{1 \mp \frac{v_E}{v}}\right)$                                                                                                                                          |

**Lys/Light**

|                                                                                     |                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Refleksjon/Reflection                                                               | $\theta_{\text{refl}} = \theta_{\text{inn}}$                                                              |
| Bryting/Refraction (Snells lov)                                                     | $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$                                                                   |
| Kritisk vinkel for totalrefleksjon/<br>Critical angle for total internal reflection | $\sin \theta_{\text{krit}} = \frac{n_2}{n_1}, n_1 > n_2$                                                  |
| Lysfart i vakuum og luft/<br>Speed of light in vacuum and air                       | $c = \lambda_{\text{vac}} f_{\text{vac}} \quad (= 3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s})$                           |
| Lysfart og bølgelengde for $n > 1$<br>Light speed and wavelength for $n > 1$        | $v = \frac{c}{n}, \quad \lambda = \frac{\lambda_{\text{vac}}}{n} \quad (\text{mens } f = f_{\text{vac}})$ |
| Tynn lens ligning/<br>Thin lens formula (o – object; i – image)                     | $\frac{1}{s_o} + \frac{1}{s_i} = \frac{1}{f}$                                                             |
| Forstørrelse/<br>Magnification                                                      | $M = -\frac{s_i}{s_o}$                                                                                    |

**Elektromagnetisme og Kretser/ Electromagnetism and Circuits**

|                                                                                               |                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Elektrisk kraft mellom punktladninger/<br>Electric force between point charges                | $F_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q \cdot q'}{r^2} = k_e \frac{q \cdot q'}{r^2}$               |
| Elektrisk kraft i uniformt elektrisk felt /<br>Electric force in uniform electric field       | $\vec{F}_e = q\vec{E}$                                                                             |
| Potensiell energi (to punktladninger) /<br>Potential energy (two point charges)               | $U = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q \cdot q'}{r}$                                                |
| Elektrostatisk potensial/<br>Electrostatic potential                                          | $V = \frac{U}{q}; V = \sum_{i=1}^N V_i \quad \text{for } N \text{ punktladninger / point charges}$ |
| Ohms lov/ Ohm's law                                                                           | $V = R \cdot I$                                                                                    |
| Elektrisk effekt/<br>Electric power                                                           | $P = V \cdot I$                                                                                    |
| Kapasitans for parallellplate-kondensator/<br>Capacitance for a parallel plate capacitor      | $C = \frac{Q}{V}$                                                                                  |
| Kraft på ladning i bevegelse/<br>Force on moving charge                                       | $\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B}) = q \vec{v}  \cdot  \vec{B}  \cdot \sin \theta$               |
| Magnetfelt fra rak skøyteleder/<br>Magnetic field for current in straight conductor           | $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$                                                                       |
| Magnetfelt fra sirkulær sløyfe av skøyteleder/<br>Magnetic field for current in circular loop | $B = \frac{\mu_0 I}{2r}$                                                                           |
| Motional emf in rod/<br>Emk indusert av leder i bevegelse                                     | $\epsilon = l \cdot v \cdot B$                                                                     |

**Diverse**

Maksimal statisk friksjonskraft:  $F_f^{\text{max}} = \mu F_n$

Motstander, seriekoblet:  $R_{\text{total}} = R_1 + R_2 + \dots$  parallellkoblet:  $1/R_{\text{total}} = 1/R_1 + 1/R_2 + \dots$

Kapasitanser, seriekoblet:  $1/C_{\text{total}} = 1/C_1 + 1/C_2 + \dots$  parallellkoblet:  $C_{\text{total}} = C_1 + C_2 + \dots$