

**Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet**  
**Fakultet for naturvitenskap og teknologi**  
**Institutt for fysikk**

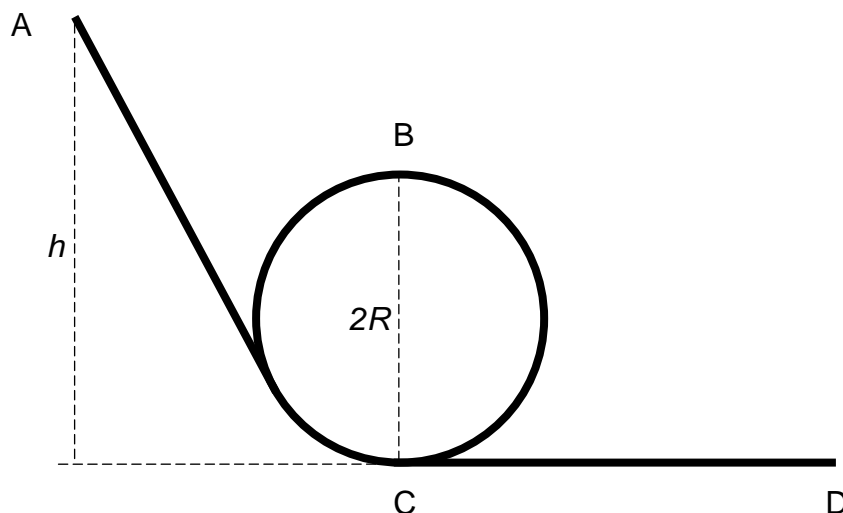
Faglig kontakt under eksamen: Tore Lindmo, tlf 911 47 844.

**EKSAMEN I EMNE FY0001 BRUKERKURS I FYSIKK**

Tirsdag 3. juni 2008, kl 09.00-13.00

Antall sider: 4 (inkl. formelark)  
Sensurdato: 24. juni  
Antall vektall: 7,5 stp (alle oppgavepunkter a), b) etc. teller likt i bedømmingen)  
Tillatte hjelpemidler: Kode C:  
Tabeller og formler i fysikk 2FY og 3FY (Gyldendal undervisning)  
Bestemt enkel kalkulator

**Oppgave 1.**



I en fornøylespark har man en bane med en sirkulær loop hvor det går vogner friksjonsfritt på skinner. Vi antar at tyngdepunktet for en vogn er på banekurven.

- a) Hvis en vogn starter i høyde  $h$  over loopens laveste punkt C, hvor stor må høyden  $h_{min}$  være, uttrykt ved loop-radien  $R$ , for at vognen ikke skal forlate skinnegangen i loopens høyeste punkt B?

- b) Banen er bygd slik at startpunktet A er i høyde  $h=3R=18$  m. Hvis en person på 70 kg sitter i vognen, hvilken vekt (dvs normalkraft fra setet) ville personen føle i loopens øvre punkt B og i loopens nedre punkt C?
- c) Hvordan ville du konstruere loopen for å unngå så stor normalkraft i nedre punkt, men samtidig opprettholde nødvendig normalkraft i øvre punkt?
- d) Etter at den friksjonsfrie banen med loopen er tilbakelagt bremses vognen opp på en horisontal banestrekning CD på 30 m. Hva blir bremsekraften som virker på personen i vognen? Tegn inn kreftene som virker på personen i denne situasjonen.

## Oppgave 2

Coulombs lov og loven for potensiell energi i Coulombfeltet er henholdsvis:

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Qq}{r^2} \quad U_{pot} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Qq}{r}$$

- a) I noen eksperimenter skytes heliumkjerner  ${}^4_2\text{He}$  inn i bromatomer  ${}^{79}_{35}\text{Br}$ .  $\text{He}$ -kjernen trenger fint inn i bromatomets elektronsky og kan nå helt inn til "berøringskontakt" mellom kjernene oppstår hvis det skjer et rett støt. Radien i de to kjernene kan beregnes fra  $R=R_oA^{1/3}$  hvor  $R_o=1,2 \cdot 10^{-15}$  m. Hvor stor er kraften mellom de to kjernene ved "berøringskontakt", like før  $\text{He}$ -kjernen trenger inn i  $\text{Br}$ -kjernen (dvs. ved senter-senter-avstand =  $R_{\text{He}}+R_{\text{Br}}$ )?
- b) Den kinetiske energien som  $\text{He}$ -kjernen må ha for akkurat å overvinne frastøtningskraften ved "berøringskontakt" er  $2,3 \cdot 10^{-12}$  J. Vis hvordan dette energikravet kan beregnes.
- c)  $\text{He}$ -kjernene for dette eksperimentet akselereres mellom to elektrodeplater med avstand 50 cm slik at de får en energi på  $3,09 \cdot 10^{-12}$  J. Beregn spenning og elektrisk feltstyrke mellom elektrodeplatene dersom vi antar at feltet er homogent.
- d) Hvilken hastighet har  $\text{He}$ -kjernen idet den oppnår "berøringskontakt" med  $\text{Br}$ -kjernen i et rett støt? Massen til  $\text{He}$ -kjernen settes lik 4,0016 u.

## Oppgave 3

- a) En elektrisk kurs i et hus har 16 A sikringer. Tre 60 W lamper og en kaffetrakter på 1600 W er koblet inn i kretsen. I tillegg er det koblet til en varmeovn. Tegn opp den elektriske kretsen fra stikk-kontakten gjennom de tilkoblede apparatene og tilbake til stikk-kontakten. Hvor mye effekt kan varmeovnen bruke før sikringene går?
- b) Hva er rms-verdien og hva er amplituden (maksverdien) for vanlig 230 V vekselstrøm installert i norske hus? Definer sammenhengen mellom disse to spenningsverdiene.

**Oppgave 4**

a) Beskriv kort likheter og forskjeller mellom følgende tre fysiske fenomener:  
 I) Karakteristiske emisjonslinjer fra en gassutladningslampe (for eksempel en hydrogenlampe), II) karakteristisk røntgenstråling utsendt fra anoden i et røntgenrør, III) gammastråling fra en radioaktiv nuklide.

b) Et gitterbasert spektrometer brukes for å bestemme bølgelengdene for ulike emisjonslinjer fra en hydrogenlampe. Vis hva som blir interferensbetingelsen som gir sammenhengen mellom bølgelengde og vinkel for påvisning av ulike emisjonslinjer. Ved hvilken vinkel forventer du å se bølgelengdene 656 nm og 486 nm i det første ordens spekteret hvis spektrometeret har gitter med 600 linjer pr. mm ( $d = 1\text{mm}/600 = 1666\text{ nm}$ )?

**Formler og konstanter du kan få bruk for:**

Konstant		Verdi og enhet
Absolutt nullpunkt		273,15 K
Atommassekonstanten	u	$1,66 \cdot 10^{-27}\text{kg}$
Avogadros tall	N	$6,022 \cdot 10^{23}\text{ mol}^{-1}$
Boltzmanns konstant (R/N)	k	$1,381 \cdot 10^{-23}\text{ J K}^{-1}$
Coulomb-konstanten	$1/4\pi\epsilon_0$	$8,987 \cdot 10^9\text{ Nm}^2\text{C}^{-2}$
Elektronets masse	$m_e$	$9,11 \cdot 10^{-31}\text{ kg}$
Elementærladningen til protonet	e	$1,602 \cdot 10^{-19}\text{ C}$
Gravitasjonskonstanten	G	$6,67 \cdot 10^{-11}\text{ (N}\cdot\text{m}^2\text{)/kg}^2$
Jordens gravitasjon (ved jordoverflaten)	g	$9,80665\text{ m s}^{-2}$
Jordas masse	$m_E$	$5,983 \cdot 10^{24}\text{ kg}$
Lyshastighet i vakuum	c	$2,998 \cdot 10^8\text{ m s}^{-1}$
Nøytronets masse	$m_n$	1,008665 u
Plancks konstant	h	$6,626 \cdot 10^{-34}\text{ J s}$
Protonets masse	$m_p$	1,007276 u
Solas masse	$m_s$	$1,999 \cdot 10^{30}\text{ kg}$
Stefan-Boltzmanns konstant	$\sigma$	$5,670 \cdot 10^{-8}\text{ W m}^{-2}\text{ K}^{-4}$

Massetetthet  $\delta = m/V$

Tyngdetetthet  $\gamma = G/V$

**Mekanikk**

$$s = vt$$

$$v = v_0 + at$$

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

$$v^2 = v_0^2 + 2as$$

$$F = ma$$

$$F = -kx$$

$$G = mg$$

$$W = Fs$$

$$P = Fv = W/t$$

*Sirkelbevegelse:*

$$v = \omega r$$

$$a = v^2/r = \omega^2 r$$

$$F = mv^2/r$$

*Friksjon:*  $F = \mu \cdot N$

*Gravitasjon:*  $F = G Mm/r^2$

*Energi*

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2$$

$$E_p = mgh$$

$$E_p = \frac{1}{2} kx^2$$

**Lyd**

$$L_w = 10 \lg (I/I_0), \text{ der } I_0 \text{ er } 1 \cdot 10^{-12} \text{ W/m}^2$$

$$I_1/I_2 = r_2^2/r_1^2$$

Dopplereffekt:

$$\frac{f_E}{v - v_E} = \frac{f_R}{v - v_R}$$

Eller:

Kilde (emitter) i bevegelse:

$$f = f_0 \left( \frac{1}{1 \mp v_E/v} \right)$$

Observatør (receiver) i bevegelse:

$$f = f_0 (1 \pm (v_R/v))$$

**Elektrisitet**Coulombs lov:  $F = 1/4\pi\epsilon_0 \cdot Q_1Q_2/r^2$ 

Elektrisk feltstyrke :

$$E = F/Q = 1/4\pi\epsilon_0 \cdot Q_1/r^2$$

Seriekopling av resistanser:

$$R = \Sigma R_s = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

Parallellkopling av resistanser:

$$1/R = \Sigma 1/R_p = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + \dots + 1/R_n$$

Seriekopling av kapasitanser:

$$1/C = \Sigma 1/C_s = 1/C_1 + 1/C_2 + 1/C_3 + \dots + 1/C_n$$

Parallellkopling av kapasitanser:

$$C = \Sigma C_p = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n$$

Resistans i jevntykk stav:  $R = l/\lambda A$ , der  $l$  er stavens lengdeOhms lov:  $\epsilon = RI$ 

Kirchhoffs lover:

$$\Sigma I_n = 0 = I_1 + I_2 + \dots$$

$$\Sigma \epsilon_s = \Sigma R_s I_s = R_1 I_1 + R_1 I_1 + \dots$$

Elektrisk arbeid:  $dW = UI dt$  ( $W = UI t = RI^2 t$  med konstant  $U, I$ )

$$\text{Elektrisk effekt} = dW/dt = UI = RI^2$$

Potensialforskjell mellom plater i en platekondensator:  $U = Ed$ Kapasitanser:  $C = Q/U$ 

$$C = 4\pi\epsilon_0 r \text{ for kule}$$

$$C = \epsilon_0 A/d \text{ for platekondensator}$$

Potensiell energi i kondensator

$$E_p = Q \Delta U / 2$$

**Stråling**Strålingsfluks:  $\Phi = dE/dt$ Stefan-Boltzmanns lov:  $M = \sigma T^4$ , strålingsenergi per tidsenhet og flateenhetHeisenbergs usikkerhetsrelasjon:  $\Delta p \Delta x \geq \frac{1}{2} h/2\pi$ 

Wiens forskyvningslov

Einsteins fotoelektriske ligning:  $E = h(f-f_0)$ Røntgenrør:  $eU = hf_{\max}$ Brytningsindeks  $n = c/v$  $d \sin \theta = m\lambda$ , konstruktiv interferens**Radioaktivitet**

Massedefekt:

 $\Delta m = Zm(^1\text{H}) + Nm_n - m_a$  der  $m_a$  er masse for nukliden,  $Z$  er protontall,  $N$  er nøytrontall og  $m_n$  er nøytronets masse.

$$T_{1/2} = \ln 2 / \lambda$$

$$A = -dN/dt = 0,693 N/T_{1/2} = \lambda N_0 e^{-\lambda t} = \lambda N$$

$$= \lambda N_0 \cdot 2^{-t/T_{1/2}}$$

spesifikk aktivitet:  $a = A/m$ Absorbert dose:  $D = E/m$