

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

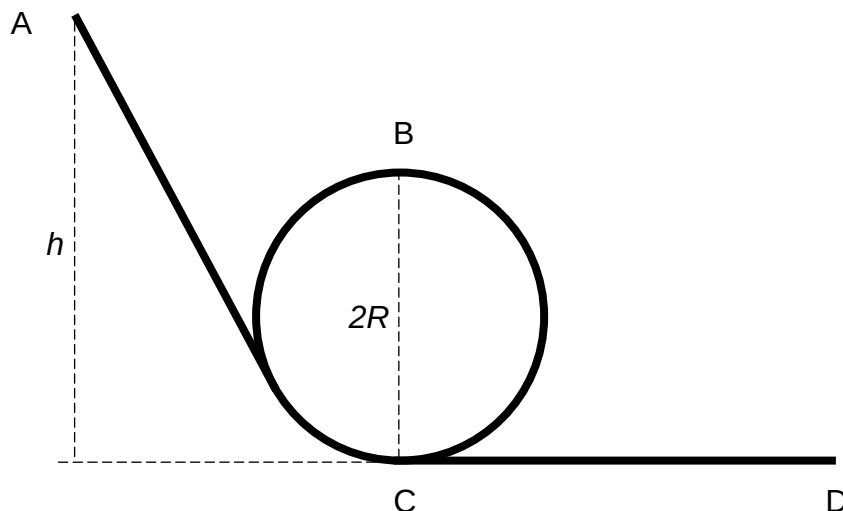
Faglig kontakt under eksamen: Tore Lindmo, tlf 911 47 844.

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 formel 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 ${}^{79}_{35}\text{Br}$. 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 $R=R_0A^{1/3}$ hvor $R_0=1,2\cdot 10^{-15}$ m. Hvor stor er kraften mellom de to kjernene ved "berøringskontakt", like før He-kjernen trenger inn i Br-kjernen (dvs. ved senter-senter-avstand $=R_{\text{He}}+R_{\text{Br}}$)?
- b) Den kinetiske energien som 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) 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 He-kjernen idet den oppnår "berøringskontakt" med Br-kjernen i et rett støt? Massen til 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	$6,67 \cdot 10^{-11}\text{ (Nm}^2\text{)/kg}^2$
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	σ	$5,670 \cdot 10^{-8}\text{ W m}^{-2}\text{ K}^{-4}$

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:

$$v = \omega r$$

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

$$F = mv^2/r$$

$$\text{Friksjon: } F = \mu \cdot N$$

$$\text{Gravitasjon: } F = G Mm/r^2$$

Energi

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

$$E_p = mgh$$

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

Lyd

$L_w = 10 \lg (I/I_0)$, der I_0 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: $F = 1/4\pi\epsilon_0 \cdot Q_1 Q_2 / r^2$

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 lengde

Ohms 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: $C = Q/U$

$C = 4\pi\epsilon_0 r$ for kule

$C = \epsilon_0 A/d$ for platekondensator

Potensiell energi i kondensator

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

Stråling

Strålingsfluks: $\Phi = dE/dt$

Stefan-Boltzmanns lov: $M = \sigma T^4$,
 strålingsenergi per tidsenhet og flateenhet

Heisenbergs 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: $D = E/m$