

NORGES TEKNISK-
NATURVITENSKAPELIGE UNIVERSITET
INSTITUTT FOR FYSIKK

Faglig kontakt under eksamen:
 Institutt for fysikk, Gløshaugen
 Professor Steinar Raaen, 73593635, mob.48296758

EKSAMEN I EMNE TFY4125 FYSIKK

Torsdag 13. mai 2004
Tid: kl 09.00-13.00

Hjelpemidler: Alternativ C
Godkjent lommekalkulator.
Rottman: Matematisk formelsamling (alle språkutgaver)
Barnett and Cronin: Mathematical Formulae
Vedlagt formelark (VEDLEGG C)

Sensuren faller 7. juni 2004

Eksamen består av:

1. Førstesiden (denne siden) **som skal leveres inn** som svar på flervalgsspørsmålene
2. Ett sett med flervalgsspørsmål, Oppgave 1 (Vedlegg A)
3. Tre ‘normale oppgaver’, Oppgaver 2-4 (Vedlegg B)
4. Formelark med aktuelle fysiske formler og konstanter (Vedlegg C)

De tre ‘normale oppgavene’ og flervalgsspørsmålene teller hver 25 %.

Ved besvarelse av flervalgsspørsmålene skal bare ETT av svaralternativene A-E angis for hvert av de 15 spørsmålene. Riktig svar gir ett poeng mens feil svar gir null poeng.

Svar på flervalgsspørsmål i Vedlegg A:

[illegible]

NORGES TEKNISK-
NATURVITENSKAPELIGE UNIVERSITET
INSTITUTT FOR FYSIKK

Fagleg kontakt under eksamen:
 Institutt for fysikk, Gløshaugen
 Professor Steinar Raaen, 73593635, mob.48296758

EKSAMEN I EMNE TFY4125 FYSIKK

Torsdag 13. mai 2004
Tid: kl 09.00-13.00

Hjelpemiddel: Alternativ C
Godkjend lommekalkulator.
Rottman: Matematisk formelsamling (alle språkutgavar)
Barnett and Cronin: Mathematical Formulae
Vedlagt formelark (VEDLEGG C)

Sensuren fell 7. juni 2004

Eksamen består av:

1. Førstesida (denne sida) **som skal leverast inn som svar på fleirvalgsspørsmåla**
2. Eit sett med fleirvalgsspørsmål, Oppgave 1 (Vedlegg A)
3. Tre ‘normale oppgaver’, Oppgaver 2-4 (Vedlegg B)
4. Formelark med aktuelle fysiske formlar og konstantar (Vedlegg C)

Dei tre ‘normale oppgavene’ og fleirvalgsspørsmåla tel kvar 25 %.
Ved svar på fleirvalgsspørsmåla skal bare EIT av svaralternativa A-E merkast for
kvar av dei 15 spørsmåla. Riktig svar gjev eit poeng mens feil svar gjev null poeng.

Svar på fleirvalgsspørsmål i Vedlegg A:

[illegible]

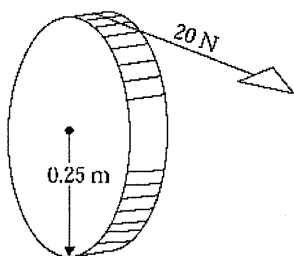
VEDLEGG A. Flervalgsspørsmål.

Oppgave 1: Flervalgsspørsmål

1. Et legeme med masse M_1 beveger seg med fart v på et rett, horisontalt og friksjonsfritt bord. Det kolliderer med et annet legeme med masse M_2 som ligger i ro på bordet. Etter kollisjonen sitter de to legemene sammen, og farten deres er da:

A) v
 B) $M_1 v$
 C) $(M_1 + M_2)v/M_1$
 D) $M_1 v/(M_1 + M_2)$
 E) $M_1 v/M_2$

2.

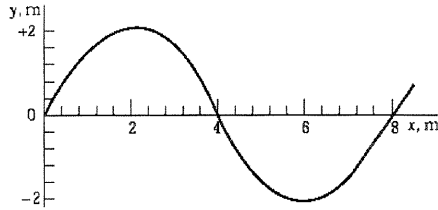


En tynn, masseløs snor er trukket rundt en slipestein med radius 0.25 m. Steinen kan rotere friksjonsfritt omkring aksen. En konstant kraft på 20 N i snora får steinen til å øke vinkelhastigheten fra null til 60 rad/s på 12 sekunder. Da er treghetsmomentet til steinen

A) $1.0 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$
 B) $2.0 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$
 C) $3.0 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$
 D) $4.0 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$
 E) $5.0 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$

3. To identiske sylinderskiver har felles akse. Først roterer den ene skiva mens den andre er i ro. Så bringes de to skivene i kontakt med hverandre, og fester seg da straks til hverandre. Hvilket av følgende utsagn er riktig?
- A) Den totale kinetiske energien og den totale dreieimpulsen er uendret fra verdiene de hadde før kontakt mellom platene.
 B) Både den totale kinetiske energien og den totale dreieimpulsen blir halvert når platene kommer i kontakt.
 C) Den totale dreieimpulsen forblir uendret, men den totale kinetiske energien blir redusert til halvparten av opprinnelig verdi.
 D) Den totale dreieimpulsen blir redusert til halvparten av opprinnelig verdi, men den totale kinetiske energien forblir uendret.
 E) Den totale dreieimpulsen forblir uendret, og den totale kinetiske energien blir redusert til en fjerdedel av opprinnelig verdi.

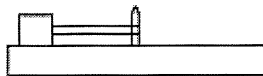
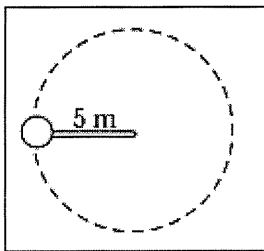
4.



Grafen viser en bølge som går mot høyre med en bølgefart på 4 m/s. Uttrykket som best representerer bølgen er:

- A) $y(x, t) = 2 \sin(\pi x/4 - \pi t)$ m
- B) $y(x, t) = 2 \sin(16\pi x - 8\pi t)$ m
- C) $y(x, t) = 2 \sin(\pi x/4 + \pi t)$ m
- D) $y(x, t) = 4 \sin(\pi x/4 - \pi t)$ m
- E) $y(x, t) = 4 \sin(16\pi x - 8\pi t)$ m

5.



Ei kule med masse 2.0 kg er festet til enden av ei 5.0 m lang snor. Kula beveger seg i en sirkulær bane på et horisontalt, friksjonsfritt bord. Hvis snora tåler maksimalt 40 N strekk før den ryker, hva er maksimal banehastighet som du kan svinge kula med før snora ryker?

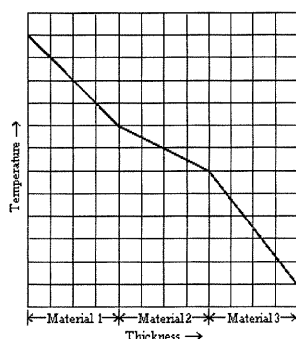
- A) 3.2 m/s
- B) 4.0 m/s
- C) 10 m/s
- D) 20 m/s
- E) 0.20 km/s

6. Et legeme har temperatur 227°C og har netto varmetstråling (utstråling minus innstråling) på P J/s. Omgivelsene har konstant temperatur 0°C . Med hvilken faktor vil netto utstråling øke dersom legemets temperatur økes til 427°C ?

- A) 4.1
- B) 3.8
- C) 12.5
- D) 8.3
- E) 6.7

7. Tilstanden for et termodynamisk system endres fra tilstand I til tilstand II, og det er likevekt underveis i hele prosessen. For hvilke av de termodynamiske størrelsene
- 1 indre energi,
 - 2 entropi,
 - 3 temperatur,
 - 4 arbeid, og
 - 5 varme,
- er endringen uavhengig av veien som prosessen følger?
- A) 1, 2, and 3.
 - B) 2, 3, and 4.
 - C) 3, 4, and 5.
 - D) 1, 3, and 5.
 - E) 2, 3, and 5.

8.



Grafen viser temperaturen i en vegg i de ulike lag. Veggens består av tre ulike materialer med lik tykkelse men ulik varmeledningsevne. Anta at det er stasjonære forhold m.h.t. varmeledning. Hva kan du da si om materialene?

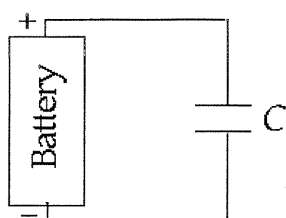
- A) Materiale 1 er den beste varmeisolator.
 - B) Materiale 2 er den beste varmeisolator.
 - C) Materiale 3 er den beste varmeisolator.
 - D) Alle 3 materialer er like gode isolatorer.
 - E) Det er umulig å bestemme hvilket materiale som isolerer best.
9. En kjølemaskin med kjølefaktor (ytelseskoeffisient, COP) 5.0 fjerner 25 kJ varme fra et kuldereservoar. Hvis kjølemaskinen er reversibel og kjøres i revers som en varmekraftmaskin, hva blir da termisk virkningsgrad for denne varmekraftmaskinen?
- A) 50%
 - B) 80%
 - C) 83%
 - D) 17%
 - E) 20%

10. Den indre energien for et fast stoff avhenger av antall frihetsgrader som er tilgjengelig for energiopptak i hvert atom. Hvilket av følgende utsagn er korrekt når det gjelder disse atomære frihetsgradene i et fast stoff?
- A) Tre representerer bevegelse knyttet til translasjon, to til rotasjon og en til vibrasjon.
 - B) Tre representerer kinetisk vibrasjonsenergi og tre representerer potensiell vibrasjonsenergi.
 - C) Tre representerer translasjon og to representerer rotasjon.
 - D) Det er tre frihetsgrader, og alle representerer translasjonsbevegelse.
 - E) Tre representerer vibrasjon, og tre representerer rotasjon.

11. To ladninger Q_1 og Q_2 er plassert i avstand d fra hverandre. Hvis det elektriske feltet på linjen gjennom Q_1 og Q_2 er null i punktet med avstand $3d/2$ fra Q_1 og $d/2$ fra Q_2 , hva er da forholdet mellom Q_1 og Q_2 ?
- A) $Q_1 = 9Q_2$
 - B) $Q_1 = -Q_2/9$
 - C) $Q_1 = Q_2/3$
 - D) $Q_1 = -3Q_2$
 - E) $Q_1 = -9Q_2$

12. En uendelig lang sylinder med radius 4.0 cm har en uniform ladningstetthet i volumet på $\rho = 200 \text{ nC/m}^3$. Hva er det elektriske feltet i avstand $r = 3.9 \text{ cm}$ fra aksen? ($\epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{N} \cdot \text{m}^2)$)
- A) null
 - B) 0.44 kN/C
 - C) 57 N/C
 - D) 0.11 kN/C
 - E) 0.23 kN/C

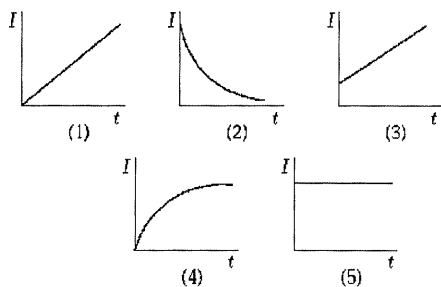
13.



En kondensator er koplet til et batteri som vist i figuren. Når et dielektrisk materiale føres inn mellom platene i kondensatoren, så vil

- A) bare kapasitansen endres.
- B) bare spenningen over kondensatoren endres.
- C) bare ladningen på kondensatoren endres.
- D) både kapasitansen og spenningen over kondensatoren endres.
- E) både kapasitansen og ladningen på kondensatoren endres.

14.



Den kurven som best representerer strømmen (som funksjon av tiden) under utladning av kondensatoren i en RC-krets er

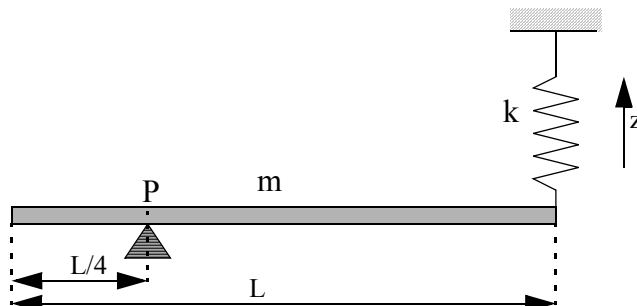
- A) 1
- B) 2
- C) 3
- D) 4
- E) 5

15. Hva er uttrykket for krumningsradien til banen for en ladet partikkel som beveger seg i et plan hvor et magnetfelt er rettet normalt på planet?

- A) qE/m
- B) $Bm/(qv)$
- C) $Bv/(qm)$
- D) $mv/(qB)$
- E) $Bq/(mv)$

Oppgave 2

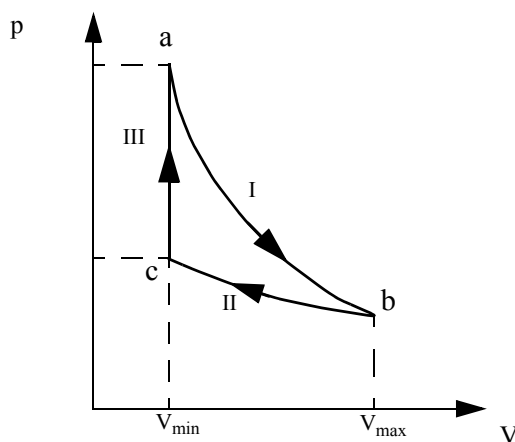
En bjelke med masse $m = 20 \text{ kg}$ og lengde $L = 4 \text{ m}$ er opplagret i et punkt P som er $L/4$ fra enden av bjelken, som vist i figuren. Bjelken kan rotere fritt om en akse som er loddrett på papirplanet. Bjelken er hengt opp i en masseløs fjær med fjærkonstant $k = 20 \text{ N/m}$ i høyre ende. Bjelketykkelsen er liten og kan neglisjeres.



- Finn treghetsmomentet I til staven om punktet P .
- Stavens ende trekkes ut fra likevekt slik at staven settes i svingninger med små utsving fra horisontalplanet. Finn et uttrykk for dreiemomentet til systemet om rotasjonsaksen. Bruk dreiemomentligningen $\tau = I \frac{d\omega}{dt}$ til å bestemme svingeligninga for stavens høyre endepunkt i z -retning. Hvordan påvirker tyngdekraften svingebevegelsen?
- Skriv opp et uttrykk for den generelle løsningen til svingeligninga. Hva blir vinkelfrekvensen og perioden for svingebevegelsen?
- Finn et uttrykk for rotasjonsmengden (dreieimpulsen) til systemet om punktet P ?

Oppgave 3

Ei varmekraftmaskin opereres i en reversibel syklus som vist i figuren. Ett mol av en ideell to-atomig gass med $\gamma = 1.4$ ekspanderer adiabatisk til volum $V_{\max}$ i trinn I med temperatur fall fra $T_a = 603 \text{ K}$ til $T_b = 303 \text{ K}$. Deretter komprimeres den isotermt i trinn II inntil opprinnelig volum $V_{\min}$. Til slutt varmes gassen opp ved konstant volum i trinn III.



Oppgave 3 (forts.)

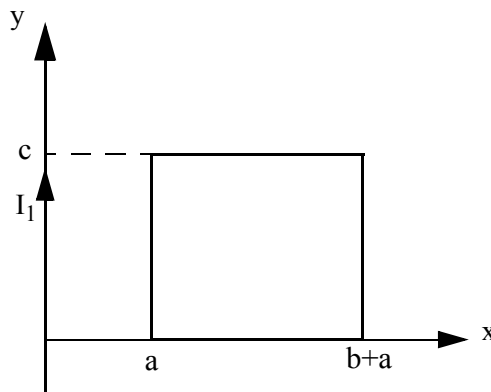
- Skriv opp og forklar termodynamikkens 1. hovedsetning.
Angi i hvilke trinn varme opptas eller avgis i kretsprosessen som vist i figuren.
- Bestem forholdet $V_{\max}/V_{\min}$.
Beregn varmestrøm og arbeid som blir utført i hvert trinn i prosessen.
- Hva blir virkningsgraden for kretsprosessen som vist i figuren.
- Hva er virkningsgraden for en Carnot-maskin som opererer mellom samme temperaturer.

Oppgave 4

En 'uendelig' lang strømleder med strøm I_1 ligger langs y-aksen.

En rektangulær ledersløyfe med areal $A=bc$ ligger i xy-planet som vist i figuren.

Tallverdier: $a = 2 \text{ cm}$, $b = 6 \text{ cm}$, $c = 3 \text{ cm}$, $I_0 = 10 \text{ A}$.



- Bruk Amperes lov til å beregne magnetfeltet B fra lederen. Angi også retningen til B .
- Hva blir den magnetiske fluksen Φ_B gjennom strømsløyfen for $I_1 = I_0$?
- Anta så at strømmen I_1 varierer med tida som $I_1 = I_0 e^{-t/t_0}$.
Finn et uttrykk for den induerte spenningen i den rektangulære strømsløyfa.
Hva blir retningen av den induerte strømmen I_{ind} ?
- Anta så at strømmen $I_1 = I_0$ er konstant, og at strømsløyfen beveger seg i positiv x-retning med hastigheten v . Finn et uttrykk for induert spenning i strømsløyfen nå?
Hva blir retningen av den induerte strømmen I_{ind} denne gang?