

- i** Denne eksamenen er delt inn i 3 seksjoner, "Kort", "Middels", og "Lang".

Bruk omrent halvparten av tiden på de lange oppgavene.

Maksimalt mulige poeng i hver seksjon:

Seksjon	Spørsmål	maks poeng
Kort	1-6	18
Middels	7-11	16
Lang	12,13,14	36

Tekstsvarene har en anbefalt lengde. Du trenger **ikke** følge den nøyaktig.

Flervalgsoppgaver vil gi **trekk for feil svar** mens **ubesvarte felt gir 0 poeng**.

Hjelpemiddel til eksamen: ingen

Lykke til!

- 1** Hva er forskjellen mellom et program og en prosess?

Skriv ditt svar her (2-3 setninger)

Maks poeng: 2

- 2** En enkel OS bruker **base&bounds** til virtuell minne. Bounds inneholder slutt-adressen til minne-regionen. Alle tall nedover har basis 10.

Prosess A har base = 1200. bounds = 1400.

Hva er den fysiske adressen til følgende virtuelle adresser?

Skriv **-1** dersom det er en ugyldig adresse.

virtuell adresse	fysisk adresse
12	<input type="text"/>
14	<input type="text"/>
120	<input type="text"/>
1400	<input type="text"/>

Maks poeng: 2

3 Finn de begrepene som passer sammen:

	sector	page	page frame	block
file system	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
virtual memory	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
physical RAM	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
hard disk	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Maks poeng: 2**4 (a) Hva er systemprogrammet **fsck**, og hva brukes den til?****Skriv ditt svar her (1-2 setninger)****(b) Det har blitt sjeldent nå at man trenger **fsck** som sysadmin. Hvorfor det?****Skriv ditt svar her (1-2 setninger)**

Maks poeng: 3

5 Et RAID-lagringssystem slår sammen flere fysiske harddisker til én stor lagringsplass.

(a)

Når vi slår sammen 4 harddisker, med 1TB størrelse hver, i en RAID-4 (parity), hvor mye lagringsplass har vi faktisk tilgjengelig?

TB

(b)

Du skal sammenligne denne RAID-4-løsningen med en løsning som bruker bare én stor disk av tilsvarende størrelse. Velg de setningene som beskriver situasjonen med en **random I/O** workload:

Velg ett eller flere alternativer

- RAID-4 har verre I/O read latency
- RAID-4 har verre I/O read throughput
- RAID-4 har verre I/O write latency
- RAID-4 har verre I/O write throughput

(c)

Etter en diskfeil måtte vi erstatte disk 3 av 4 i et RAID-4-opplegg. Hva er innholdet til den manglende datablokkene?

Disk 1	Disk 2	Disk 3	Disk 4
0110	1001	<input type="text"/>	0010

Maks poeng: 4

6 Fem korte svar

(a)

Når et system har **swap space** tilgjengelig, så kan prosessene bruke

Velg alternativ (mer, like mye, mindre) minne enn uten swap.

(b)

En typisk arbeidsflyt som et **shell**-program bruker til å kjøre andre programmer kalles for

Velg alternativ (exec - wait - fork, exec - fork - wait, wait - fork - exec, wait - exec - fork, fork - exec - wait, fork - wait - exec)

(c)

context switch er navnet til prosedyren der man bytter (fra en prosess til en annen, fra RAID til ZFS, fra minne til swap, fra virtuell til fysisk minne)

(d)

Velg alternativ (C-kode, Assembly-kode, Maskinkode) kan flyttes til en annen maskinarkitektur uten endringer.

(e)

Scheduling-policyen der man går videre til neste steg med jevnt avstand kalles for (Shortest-Job-First, First-In-First-Out, Round Robin, Least-Used-First)

Maks poeng: 5

- 7 Ada kjører dette C-programmet:

```
#include <stdio.h>
int main() {
    printf("Hello!\n");
    printf("My name is Ada.\n");
    printf("\nGood bye\n");
}
```

Hun kjører programmet under **strace**, og ser at de tre kall til printf() utløste bare én write-systemkall:

```
write(1, "Hello!\nMy name is Ada.\n\nGood bye"..., 33) = 33
```

Hva er fordelen med å slå sammen flere write-kall i én? Hva kalles denne proseduren?

Skriv ditt svar her (3-5 setninger)

Maks poeng: 3

- 8 Data som er lagret på en disk kan undergå "bit flips" der en tilfeldig bit bytter fra 0 til 1 eller omvendt.

Hva er faren med dette? Hvordan kan en filsystem sikre seg mot dette?

Skriv ditt svar her (3-5 setninger)

Maks poeng: 3

- 9 Hva er den store ulempen med **Segmentation** - metoden til adress-translation? Hvordan løses dette i **Paging**?

Skriv ditt svar her (3-5 setninger)

Maks poeng: 3

- 10 En **atomisk** transaksjon er en transaksjon som enten fullføres i sin helhet, eller har ingen effekt.

Forklar kort hvordan en **log-basert filsystem** kan sikre at **I/O writes** til filsystemet skjer atomisk.

Skriv ditt svar her (3-5 setninger)

Maks poeng: 4

- 11 I en **inode** finnes det blant annet noen tidsstempler (created/modified/accessed). I **ext2** er tidsstemplene lagret som en 32-bit int, som teller sekunder siden 1970-01-01. Dette valget innebærer et problem som vil ramme flere og flere systemer som fortsatt bruker 32-bit int til tidspunkter. Beskriv kort dette problemet.

Skriv ditt svar her (3-5 setninger)

Maks poeng: 3

12 Forklar hvordan en **multi-level feedback queue** (MLFQ) håndterer følgende situasjoner i scheduling av prosesser:

- a) Hvordan bestemmes **rekkefølgen** prosessene blir kjørt i?
 - b) Hvordan blir en **ny prosess** håndtert?
 - c) Når kan en prosess **flytte opp eller ned** i prioriteten?
 - d) Hvordan påvirker MLFQ-scheduling **turnaround** og **responstid**?

Skriv ditt svar her

Maks poena: 12

- 13 Vi har en virtuell adresserom med **7 bits**, tilsvarende 128 virtuelle adresser fra **0x00 til 0x7f**.

En **multi-level page table** brukes til oversettelsen:

De første 2 bits av en virtuell adresse blir brukt til en page directory,
de neste 2 til en page table. De siste 3 bits er offset.

De følgende page frames er i bruk, spørsmålene finnes etter denne oversikten.

Page frame 0	
Page directory	
index	page frame
00	3
01	-/-
10	-/-
11	7

[...]

Page frame 3	
Page table	
index	page frame
00	-/-
01	8
10	12
11	-/-

[...]

Page frame 7	
Page table	
index	page frame
00	-/-
01	10
10	11
11	13

Page frame 8	
Data Page	
address	content
000	'H'
001	'e'
010	'l'
011	'l'
100	'o'
101	'.'
110	-space-
111	-space

Page frame 9	
Data Page	
address	content
000	'W'
001	'o'
010	'r'
011	'l'
100	'd'
101	'!'
110	-null-
111	-null

Page frame 10
Data Page

address	content
000	-null-
001	-null-
010	-null-
011	-null-
100	0x03
101	0x04
110	-null-
111	-null

Page frame 11

Data Page

address	content
000	0x02
001	0x07
010	-null-
011	-null-
100	0x05
101	0x0a
110	-null-
111	-null

Page frame 12

Data Page

address	content
000	'A'
001	'l'
010	'l'
011	'c'
100	'e'
101	"!"
110	-null-
111	-null

Page frame 13

Data Page

address	content
000	0x03
001	0x04
010	0x05
011	0x0a
100	0x03
101	0x05
110	0x02
111	0x07

[...]

Spørsmål

(a) Hvor stor er én page i bytes?

(b) Hvor mange pages trengs til prosessens hele virtuelle adresserom?

(c) Utifra situasjonen over, kjører vi disse C-programlinjene (en int er 4 byte, lagret little-endian)

```
int * a = 0x74;
printf("%d\n", *a);
```

Hva er det som skrives ut? Inkluder stegene

(d) Utifra situasjonen over, kjører vi disse C-programlinjene

```
char * greeting = 0x08;
printf("%s\n", greeting);
```

Hva er det som skrives ut? Inkluder stegene

Skriv ditt svar her

Format ▼ | **B** *I* U \times_e \times^2 | \mathcal{L}_x | \square $\frac{\square}{\square}$ | \leftarrow \rightarrow \circlearrowleft | $\stackrel{?}{=}$ $\stackrel{?}{:}=$ $\stackrel{?}{\frac{\square}{\square}}$ $\stackrel{?}{\frac{\square}{\square}}$ | \equiv \equiv \equiv \equiv | Ω $\boxed{\square}$ | \checkmark | Σ |

✖

Words: 0

Maks poeng: 12

- 14 Vi ser på et enkelt filsystem. Root-mappen i filsystemet (dvs. "/") tilsvarer inode 2.

Filsystemet på disk'en inneholder:

Bitmap for data

block	occupied?
1-5	0 0 0 0 1
6-10	0 1 1 0 1
11-15	1 1 0 0 0

Bitmap for inodes

inode	occupied?
1-5	1 1 1 1 1
6-10	1 0 0 0 0

Inodes

Nr.	Type	reference count	data blocks
2	dir	3	5
3	file	1	7, 8
4	file	1	10
5	dir	2	11
6	file	1	12

Data blocks:

Data block 5

2 . // 2 .. // 3 worlds.txt // 5 my_data // 4 alice.txt //
--

...

Data block 7

No one would have believed in the last years of the nineteenth century that this world was being watched keenly and closely by intelligences greater than man's own; that as men busied themselves about their various concerns they were scrutinised and studied.
--

Data block 8

n man's and yet as mortal as his own; that as men busied themselves about their various concerns they were scrutinised and studied.

...

Data block 10

Alice was beginning to get very tired of sitting by her sister on the bank.

Data block 11

5 . // 2 .. // 6 bergen_rain.csv //

Data block 12

jan,feb,mar,apr,may,jun,jul,aug,sep,oct,nov,dec\n255,210,200,140,110,135,1 55,210,245,270,270,290\n
--

Oppgaver

OBS!

Hver deloppgave tar utgangspunktet i situasjonen ovenfor.

Effektene skal ikke kombineres!

OBS!

(a)

Ved et uhell inneholder "Bitmap for data" en feil. Istedentfor

6-10	0 1 1 0 1
-------------	-----------

finnes det

6-10	0 1 0 0 1
-------------	-----------

Er filsystemet inkonsistent? Hvilken fil er påvirket? Kan dette problemet oppdages automatisk? Hvordan ser dette ut fra brukerens side?

(b)

Når brukeren skrev ut "my_data/bergen_rain.csv" krasjet PCen, og blokk 11 ser sånn ut:

Data block 11
5 . // 2 ..

Er filsystemet inkonsistent? Kan dette problemet oppdages automatisk? Hvordan ser dette ut fra brukerens side?

(c)

Når man kjører en automatisk konsistens-sjekk, hvilke(t) spørsmål trenger svar fra brukeren for å fikse problemet (a)?

(d)

Når man kjører en automatisk konsistens-sjekk, hvilke(t) spørsmål trenger svar fra brukeren for å fikse problemet (b)?

Skriv ditt svar her

Format ▼ | **B** *I* U ~~x~~ ~~x²~~ | ~~Lx~~ | ~~□~~ ~~□~~ | ~~↶~~ ~~↷~~ ~~⌚~~ | ~~=~~ ~~:=~~ ~~:=;~~ ~~:=;~~ | ~~≡~~ ~~≡;~~ ~~≡;~~ ~~≡;~~ | ~~Ω~~ ~~grid~~ | ~~✎~~ | ~~Σ~~ | ~~x~~

Words: 0

Maks poeng: 12

- 15** Du trenger ikke gjøre noe her.

Vi bruker denne delen for å registrere poengsummen fra delmappene.

Maks poeng: 30