

Nachname/*Last name*

Vorname/*First name*

Matrikelnr./*Matriculation no*

Klausur

29. 03. 2010

- Bitte tragen Sie zuerst auf dem Deckblatt Ihren Namen, Ihren Vornamen und Ihre Matrikelnummer ein. Tragen Sie dann auf den anderen Blättern (auch auf dem Konzeptblatt) Ihre Matrikelnummer ein.
Please fill in your last name, your first name, and your matriculation number on this page and fill in your matriculation number on all other pages (including the draft page).
- Die Prüfung besteht aus 14 Blättern: Einem Deckblatt, 12 Aufgabenblättern mit insgesamt 5 Aufgaben und einem Konzeptblatt.
The examination consists of 14 pages: One cover sheet, 12 sheets containing 5 questions, and one draft page.
- Es sind keinerlei Hilfsmittel erlaubt!
No additional materials are allowed.
- Die Prüfung gilt als nicht bestanden, wenn Sie versuchen, aktiv oder passiv zu betrügen.
You fail the examination if you try to cheat actively or passively.
- Wenn Sie zusätzliches Konzeptpapier benötigen, verständigen Sie bitte die Klausuraufsicht.
If you need additional draft paper, please notify one of the supervisors.
- Bitte machen Sie eindeutig klar, was Ihre endgültige Lösung zu den jeweiligen Teilaufgaben ist. Teilaufgaben mit mehreren bzw. widersprüchlichen Lösungen werden mit 0 Punkten bewertet.
Make sure to clearly mark your final solution to each question. Questions with multiple or contradicting answers are void (0 points).

Die folgende Tabelle wird von uns ausgefüllt! *The following table is completed by us!*

| Aufgabe | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Total |
|------------------|----|----|----|----|----|-------|
| Max. Punkte | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 60 |
| Erreichte Punkte | | | | | | |
| Note | | | | | | |

Aufgabe 1: Zum Aufwärmen/*Question 1: Warmup*

- a) Geben Sie das Ergebnis der folgenden Rechenoperation in hexadezimaler Darstellung an. („<<“ ist eine Bitshift-Operation, „|“ ein bitweises „oder“.)

2 pt

*What is the result of the following arithmetic operation in hexadecimal notation?
 (“<<” is a bitshift operator, “|” is a bit-wise “or”.)*

$$(0x00FC \ll 4) \mid 0x003F$$

- b) Welche der folgenden Aussagen sind korrekt, welche sind inkorrekt?

5 pt

Which of the following statements are correct, which are incorrect?

| korrekt/ <i>correct</i> | inkorrekt/ <i>incorrect</i> |
|----------------------------|--------------------------------|
|----------------------------|--------------------------------|

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <p>trap ist eine privilegierte Instruktion. <i>trap is a privileged instruction.</i></p> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <p>Auf Einprozessorsystemen ist zu jedem Zeitpunkt höchstens ein Prozess im Zustand „rechnend“ (“running”). <i>On a uniprocessor system, at most one process is in the state “running” at any given time.</i></p> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <p>Paging verhindert internen Verschnitt innerhalb einer Seitenkachel. <i>Paging prevents internal fragmentation within a page frame.</i></p> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <p>Durch Verwendung von ASIDs entfällt die Notwendigkeit, den TLB beim Adressraumwechsel vollständig invalidieren zu müssen. <i>The use of ASIDs eliminates the necessity to completely flush the TLB when switching address spaces.</i></p> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <p>RAID 0 mit mindestens 2 Platten erlaubt nach dem Totalausfall einer Platte eine vollständige Wiederherstellung aller Daten. <i>Using RAID 0 with at least 2 disks facilitates recovery of all data if one disk fails completely.</i></p> |

- c) Erklären Sie die Begriffe „Systemaufruf“, „Exception“ und „Interrupt“. Gehen Sie insbesondere darauf ein, wann und von wem das jeweilige Ereignis ausgelöst wird.

3 pt

Explain the terms “system call”, “exception”, and “interrupt”. Point out when and by whom such an event is caused.

- d) Erläutern Sie die beiden Hauptprobleme, die mit virtuell indizierten, virtuell getagten Caches auftreten können.

2 pt

Explain the two main problems that can occur with virtually indexed, virtually tagged caches.

**Total:
12 pt**

Aufgabe 2: Prozesse / Question 2: Processes

- a) Nehmen Sie an, dass ein Betriebssystem die drei Taskzustände „rechnend“ (“running”), „bereit“ (“ready”) und „blockiert“ (“blocked”) unterstützt. Stellen Sie grafisch dar, zwischen welchen Zuständen Übergänge möglich sind und geben Sie jeweils an, von welchen Ereignissen diese Übergänge ausgelöst werden.

2 pt

Consider an operating system that supports the three task states “running”, “ready”, and “blocked”. Depict the possible state transitions and the events that cause them.

- b) Angenommen, Sie sollten einen mehrfädigen (multithreaded) Webserver entwickeln, bei dem ein Thread Anfragen von Clients entgegennimmt und diese unter einer Menge von Arbeiter-Threads verteilt. Jeder Arbeiter-Thread bearbeitet seine Anfrage, indem er die benötigten Daten mittels eines blockierenden Systemaufrufs von der Festplatte liest und dann an den Client zurückschickt. Welches der drei aus der Vorlesung bekannten Threading-Modelle würden Sie in diesem Szenario bevorzugen? Begründen Sie Ihre Antwort.

2 pt

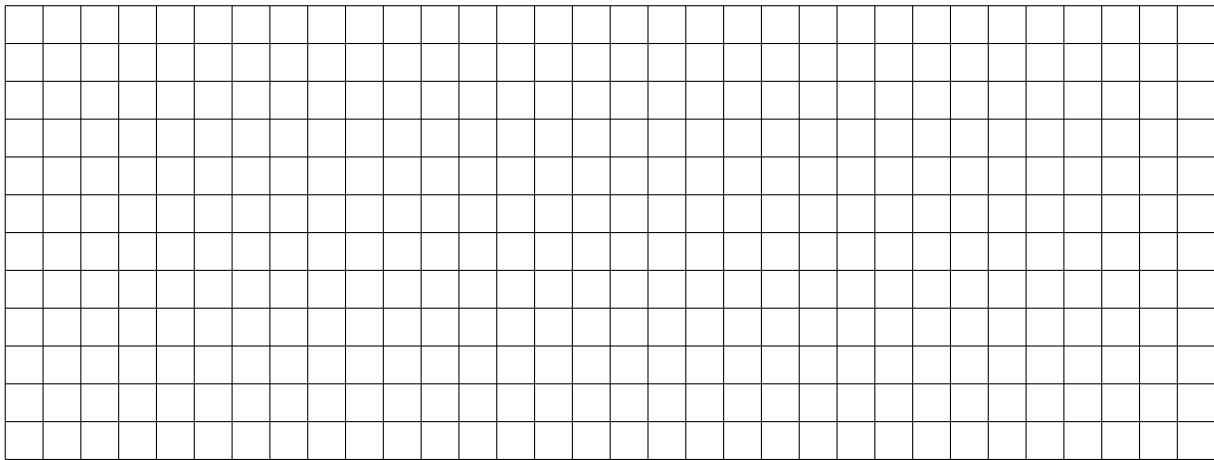
Assume you have to write a multithreaded web server which uses one of its threads to receive all incoming client requests and to dispatch them among a set of worker threads. Each worker thread processes a request by issuing a blocking system call to read the required data from the hard disk and then sending the data back to the client. Which of the three threading models that were introduced in the lecture would you prefer in this scenario? Explain your answer.

| Prozess / <i>process</i> | Burstlänge / <i>burst length</i> | Ankunftszeit / <i>arrival time</i> |
|--------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| P_0 | 5 | 0 |
| P_1 | 2 | 1 |
| P_2 | 3 | 3 |

- c) Betrachten Sie die obige Tabelle. Zeichnen Sie ein Gantt-Diagramm für den Fall dass präemptives SJF als Scheduling-Strategie verwendet wird.

3 pt

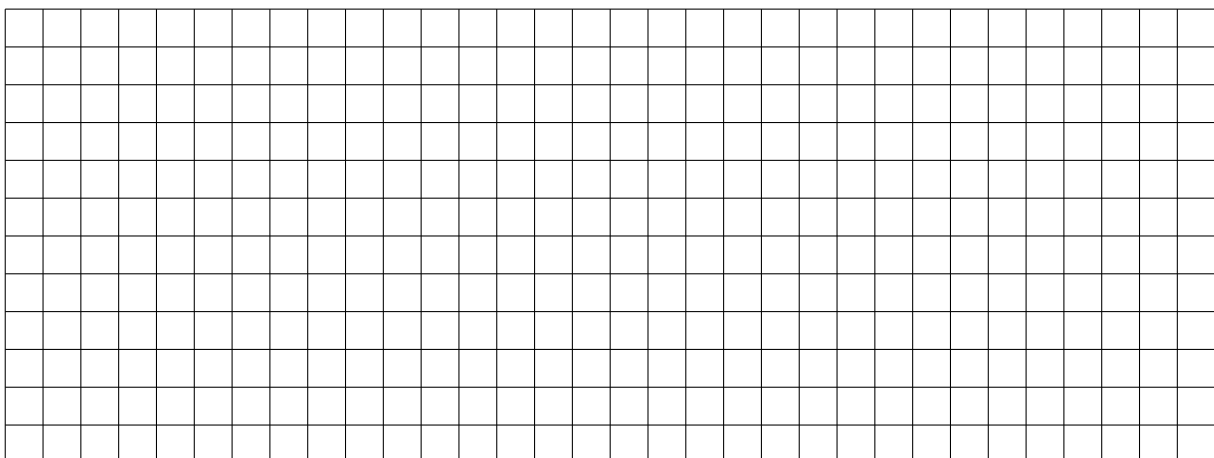
Consider the table above. Draw a Gantt chart of a preemptive SJF schedule.



- d) Nun soll präemptives Round-Robin-Scheduling mit einer Zeitscheibenlänge von 2 zur Einplanung der Prozesse aus obiger Tabelle verwendet werden. Neu hinzugekommene Prozesse sollen an das Ende der Bereitwarteschlange (ready queue) angehängt werden. Zeichnen Sie auch hierfür ein Gantt-Diagramm.

3 pt

Now let the processes from the table above be scheduled using preemptive round-robin scheduling and a timeslice length of 2. New processes are added to the tail of the ready queue. Again, draw the corresponding Gantt chart.



- e) Zählen Sie zwei Vorteile von Lottery Scheduling gegenüber prioritätsbasierten Ansätzen auf.

2 pt

List two advantages of lottery scheduling over priority-based approaches.

**Total:
12 pt**

Aufgabe 3: Synchronisation/Question 3: Synchronization

a) Implementieren Sie die `wait()`-Operation eines blockierenden Semaphors in Pseudocode. Die Funktion `block()` kann benutzt werden, um den aktuellen Prozess zu blockieren und den Scheduler aufzurufen. Die globale Variable `cur_process` bezeichnet den aktuell laufenden Prozess. Der Datentyp `List` stellt die Operationen `append(elem)` und `remove()` zur Verfügung, die dazu verwendet werden können, ein Element an die Liste anzuhängen bzw. das erste von dieser zu entfernen und zurückzugeben.

Sie brauchen **nicht** sicherzustellen, dass der Code atomar ausgeführt wird!

4 pt

Implement the `wait()` operation of a blocking semaphore in pseudo code. The function `block()` can be used to block the currently running process and to activate the scheduler. The global variable `cur_process` identifies the currently running process. The data type `List` offers the operations `append(elem)` and `remove()` that can be used to append an element to the list and to remove and return the first element from the list, respectively.

*You do **not** have to make sure that the code is executed atomically!*

```
class Semaphore {
    int val;
    List waitlist;

    void wait()
    {

    }
}
```

b) Nennen und erklären Sie die vier notwendigen Bedingungen für Deadlocks.

2 pt

List and explain the four necessary conditions for deadlocks.

c) Betrachten Sie ein System mit drei Arten von Ressourcen (R_1 , R_2 und R_3) und drei Prozessen (P_1 , P_2 , und P_3). Analysieren Sie den untenstehenden Schnappschuss des Systems. Befindet sich das System in einem sicheren Zustand? Begründen Sie Ihre Antwort.

3 pt

Consider a system with three resource types (R_1 , R_2 , and R_3), and three processes (P_1 , P_2 , and P_3). Analyze the system snapshot below. Is the system in a safe state? Why, or why not?

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------|---|---|---|------|-------|---|---|---|------------|-------|---|-------|---|-------|---|
| Allocation: | P_1 | 1 | 2 | 0 | Max: | P_1 | 5 | 2 | 0 | Available: | R_1 | 2 | R_2 | 1 | R_3 | 1 |
| | P_2 | 1 | 0 | 1 | | P_2 | 1 | 3 | 3 | | | | | | | |
| | P_3 | 1 | 1 | 1 | | P_3 | 2 | 2 | 2 | | | | | | | |

- d) Führt ein unsicherer Zustand immer zu einem Deadlock? Warum, oder warum nicht?

1 pt

Does an unsafe state always lead to a deadlock? Why, or why not?

- e) Diskutieren Sie die Vor- und Nachteile von Deadlock-Vermeidung (avoidance) gegenüber Deadlock-Erkennung (detection).

2 pt

Discuss advantages and disadvantages of deadlock avoidance compared to deadlock detection.

**Total:
12 pt**

Aufgabe 4: Speicher / Question 4: Memory

Betrachten Sie ein System, welches virtuelle Adressen mittels zweistufiger Seitentabellen auf physische Adressen umsetzt. Sowohl virtuelle als auch physische Adressen sind 32 Bit breit. Jede Seitentabelle besteht aus 1024 Einträgen zu jeweils 4 Byte. Die Seitengröße beträgt 4096 Bytes. Der Speicher ist byte-adressierbar.

Consider a system that uses two-level page-tables to map virtual addresses to physical addresses. Both virtual and physical addresses are 32 bit wide. Each page-table consists of 1024 entries of 4 bytes. The page size is 4096 bytes. The memory is byte addressable.

- a) In welche Teile muss eine virtuelle Adresse zerlegt werden, um eine Adressübersetzung durchführen zu können? Aus wie vielen Bits besteht jeder dieser Teile unter den oben genannten Voraussetzungen?

3 pt

Into which parts must a virtual address be split so that it can be translated into a physical address? How many bits are required for each part under the assumptions stated above?

- b) Wozu dient ein TLB?

1 pt

What is the purpose of a TLB?

- c) Bestimmen Sie die effektive Speicherzugriffszeit unter der Annahme, dass ein TLB-Lookup 10 ns und ein Speicherzugriff 200 ns dauert und dass der TLB eine durchschnittliche Trefferrate von 50% hat. Nehmen Sie an, dass das System keine weiteren Caches außer dem TLB besitzt.

3 pt

Calculate the effective memory access time, assuming that a TLB lookup takes 10 ns, a memory access takes 200 ns, and that the TLB has an average hit ratio of 50%. Assume that the system uses no caches apart from the TLB.

Aufgabe 5: Dateisysteme/Question 5: File Systems

- a) Welche Zugriffsrechte haben Besitzer, Gruppe und andere an der Datei `exam.tex` auf einem Unix-Dateisystem, nachdem untenstehendes Kommando erfolgreich ausgeführt wurde?

2 pt

State the respective access rights of owner, group, and others to the file `exam.tex` on a Unix file-system after the command below has been successfully executed.

```
chmod 640 exam.tex
```

- b) Welche Einträge müssen die Metadaten einer Datei mindestens enthalten, wenn „contiguous allocation“ zur Reservierung von Plattenblöcken verwendet wird?

1 pt

Which entries must at least be present in the metadata of a file if “contiguous allocation” is used to allocate disk blocks?

- c) Was ist ein „einfach indirekter Block“ und wozu wird er benötigt?

1 pt

What is a “single indirect block”, and what is its purpose?

- d) Gegeben sei der untenstehende Ausschnitt aus einer FAT. Welche Blöcke werden von der Datei `f` belegt, die mit Block 3 beginnt? Geben Sie die Blöcke in der korrekten Reihenfolge an. (−1 markiert das Ende einer Datei; die erste Zeile der Tabelle enthält die Nummer der entsprechenden Tabellenspalte.)

1 pt

Consider the cutout of a FAT given below. Which blocks are occupied by file `f` that starts with block 3? List the blocks in the correct order. (−1 indicates the end of a file; the first line of the table contains the number of the respective column.)

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|----|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 6 | 7 | 4 | 1 | 0 | 2 | -1 | 5 |

- e) Angenommen Sie erstellen einen symbolischen Link s zu einer existierenden Datei g . Wie ändert sich dadurch der Linkzähler in der Inode von g ? Was passiert mit s , wenn g gelöscht wird?

2 pt

Assume you create a symbolic link s to an existing file g . How does this affect the link count in the inode of g ? What happens to s when g is deleted?

- f) Gegeben seien Plattenanfragen für die Zylinder 1, 17, 23, 40, 42, 50, 70, 105. Der Schreib-/Lesekopf befindet sich momentan auf Zylinder 45. Geben Sie an, in welcher Reihenfolge die einzelnen Zylinder angesteuert werden, wenn als Plattenschedulingstrategie SSTF verwendet wird.

2 pt

Given a set of disk requests for the cylinders 1, 17, 23, 40, 42, 50, 70, 105. The disk head is currently on cylinder 45. In what order are the requests served if SSTF is used for disk scheduling?

- g) Was ist das Hauptproblem, das bei Verwendung von SSTF auftreten kann?

1 pt

What is the main problem that can occur with SSTF?

- h) Erklären Sie die RAID-Level RAID1 und RAID5.

2 pt

Explain the RAID levels RAID1 and RAID5.

**Total:
12 pt**

