

“计算机组织结构”作业 04 参考答案

1. 假定有两个用来存储 10TB 数据的 RAID 系统，每个磁盘的大小均为 2TB。系统 A 使用 RAID 1 技术，系统 B 使用 RAID 5 技术。请问：[刘璟，121250083]
 - a) 系统 A 需要比系统 B 多用多少存储容量（单位：TB）？
 - b) 假定一个应用需要向磁盘写入一块数据，若磁盘读或写一块数据的时间为 30ms，则最坏情况下，在系统 A 上写入一块数据需要多少时间（单位：毫秒）？
 - c) 如果问题 b) 是在系统 B 上写入一块数据，需要多少时间（单位：毫秒）？
 - d) 哪个系统更加可靠？
2. 假设一个分页虚拟存储系统的虚拟地址为 40 位，物理地址为 36 位，页大小为 16KB，按字节编址。若页表中的有效位、存储保护位、修改位、使用位共占 4 位，磁盘地址不在页表中。则该存储系统中每个程序的页表大小为多少（单位：MB）？（说明：1.假设每个程序都能使用全部的虚拟内存；2.页表项的长度必须为字节的整数倍）
3. 假设一个计算机系统有一个 TLB 和一个 L1 data cache。该系统按字节编址，虚拟地址 16 位，物理地址 12 位；页大小为 128B，TLB 为 4 路组相连，共有 16 个页表项；L1 data cache 采用直接映射方式，块大小为 4B，共 16 行。在系统运行的某一时刻，TLB、页表和 L1 data cache 中的部分内容如下图所示（16 进制表示）：

组号	标 记	页 框	有 效 位	标 记	页 框	有 效 位	标 记	页 框	有 效 位	标 记	页 框	有 效 位
0	05	—	0	09	1D	1	00	08	1	07	10	1
1	13	1C	1	02	17	1	04	—	0	0A	—	0
2	02	09	1	08	—	0	06	—	0	03	11	1
3	07	—	0	63	12	1	0A	34	1	72	—	0

TLB 的内容 [缪晓伟，121250101；陆一飞，121250094；贾俊腾，111130046；
李任我行，131250212]

虚页号	页框号	有效位
000	08	1
001	03	1
002	14	1
003	02	1
004	—	0
005	16	1
006	—	0
007	07	1
008	13	1
009	17	1
00A	09	1

00B	—	0
00C	19	1
00D	—	0
00E	11	1
00F	0D	1

页表的前 16 行内容

行索引	标记	有效位	字节 3	字节 2	字节 1	字节 0
0	19	1	12	56	C9	AC
1	—	0	—	—	—	—
2	1B	1	03	45	12	CD
3	—	0	—	—	—	—
4	32	1	23	34	C2	2A
5	0D	1	46	67	23	3D
6	—	0	—	—	—	—
7	10	1	12	54	65	DC
8	24	1	23	62	12	3A
9	—	0	—	—	—	—
A	2D	1	43	62	23	C3
B	—	0	—	—	—	—
C	12	1	76	83	21	35
D	16	1	A3	F4	23	11
E	33	1	2D	4A	45	55
F	—	0	—	—	—	—

L1 data cache 的内容

请问：

- 虚拟地址中哪几位表示虚拟页号？
 - 虚拟页号的哪几位表示 TLB 标记？
 - 物理地址中哪几位表示物理页号？
 - 在访问 cache 时，物理地址哪几位表示行号？
 - CPU 从地址 067AH 中取出的值为多少？
- 假设一个同步总线的时钟频率为 50MHz，总线宽度为 32 位，每个时钟周期传送一个数据，该总线的带宽为多少（单位：Mbps）？
 - 一个 32 位的微处理器，它有 16 位的外部数据总线，由 40MHz 输入时钟驱动。
 - 假设一个总线事务需要的最短时间等于 4 个输入时钟周期，这个处理器可能维持的最大数据传输率是多少（单位：Mbps）？
 - 如果将它的外部数据总线扩展为 32 位，那么该总线的最大数据传输率提高到多少（单位：Mbps）？

6. VAX SBI 总线采用分布式的自举裁决方案，总线上每个设备有唯一的优先级，而且有一根独立的总线请求线 REQ，SBI 有 16 根这样的请求线 (REQ0, ..., REQ15)，其中 REQ0 优先级最高，请问最多可有多少个设备连到这样的总线上？
7. 假设某存储器总线采用同步定时方式，时钟频率为 50MHz，每个总线事务传输 8 个字，每字 4 字节。对读操作，访问顺序是 1 个时钟周期接受地址，3 个时钟周期等待存储器读数，8 个时钟周期用于传输 8 个字。对于写操作，访问顺序是一个时钟周期接受地址，2 个时钟周期延迟等待，8 个时钟周期用于传输 8 个字，3 个时钟周期恢复和写入纠错码。对于以下访问模式，求出该存储器读写时在存储总线上的数据传输率（单位：Mbps）。
- c) 全部访问为连续的读操作。
 - d) 全部访问为连续的写操作。
 - e) 65% 的访问为读操作，35% 的访问为写操作（对数据传输率加权平均）。
8. 假定在一个字长为 32 位的计算机系统中，存储器分别连接以下两种同步总线。

总线 1 是 64 位数据和地址复用的同步总线，能在 1 个时钟周期内传输一个 64 位的数据或地址。支持最多连续 8 个字的存储器读操作和存储器写操作总线事务。任何一个读写操作总是先用 1 个时钟周期传送地址，然后有 2 个时钟周期的延迟等待，从第 4 个时钟周期开始，存储器准备好数据，总线以每个时钟周期 2 个字的速度传送，最多传送 8 个字。

总线 2 是分离的 32 位地址和 32 位数据的总线。支持最多连续 8 个字的存储器读操作和写操作总线事务，读操作的过程为：1 个时钟周期传送地址，2 个时钟周期延迟等待，从第 4 个时钟周期开始，存储器准备好数据，总线以每个时钟周期一个字的速度传输最多 8 个字；对于写操作，在第 1 个时钟周期内第 1 个数据字和地址一起传输，经过 2 个时钟周期的等待延迟后，以每个时钟周期 1 个字的速度传输，最多传输 7 个余下的数据字。

假设这两种总线的时钟频率都是 100MHz，请问：

- f) 总线 1 的带宽为多少（单位：Mbps）？
 - g) 总线 2 的带宽为多少（单位：Mbps）？
 - h) 连续进行单个字的存储器读操作总线事务，总线 1 的数据传输率为多少（单位：Mbps）？
 - i) 连续进行单个字的存储器读操作总线事务，总线 2 的数据传输率为多少（单位：Mbps）？
 - j) 连续进行单个字的存储器写操作总线事务，总线 1 的数据传输率为多少（单位：Mbps）？
 - k) 连续进行单个字的存储器写操作总线事务，总线 2 的数据传输率为多少（单位：Mbps）？
 - l) 每次传输 8 个字的数据块，其中 60% 的访问是读操作总线事务，40% 的访问是写操作总线事务，总线 1 的数据传输率是多少（单位：Mbps，对数据传输率加权平均）？
 - m) 每次传输 8 个字的数据块，其中 60% 的访问是读操作总线事务，40% 的访问是写操作总线事务，总线 2 的数据传输率是多少（单位：Mbps，对数据传输率加权平均）？
9. 假定连接主存和 CPU 之间的同步总线具有以下特性：支持 4 字块和 16 字块（字长 32 位）两种长度的块传输，总线时钟频率为 200MHz，总线宽度为 64 位，每个 64 位数据的传送需要 1 个时钟周期，向主存发送一个地址需要 1 个时钟周期，每个总线事务之间

有 2 个空闲时钟周期。若访问主存时最初 4 个字的存取时间为 148ns，随后每读 4 个字的时间为 26ns，则：

- n) 在 4 字块传输方式下，该总线上传输 512 个字时的数据传输率为多少（单位：Mbps）？
- o) 在 16 字块传输方式下，该总线上传输 512 个字时的数据传输率为多少（单位：Mbps）？

===== 分割线：以下内容不在小程序上提交 =====

- 10. 虚拟内存的大小是否等于主存的容量加上磁盘的容量？为什么？
- 11. 在使用了快表（TLB）和 cache 的情况下，CPU 读写一个数据，需要访问多少次主存？（需要假设各种情况的概率）