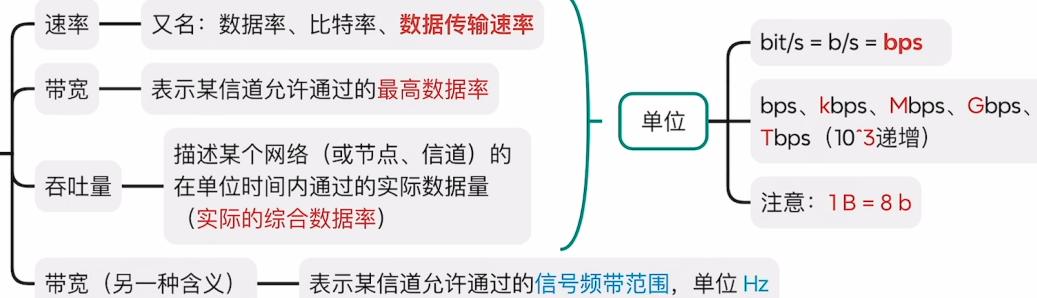
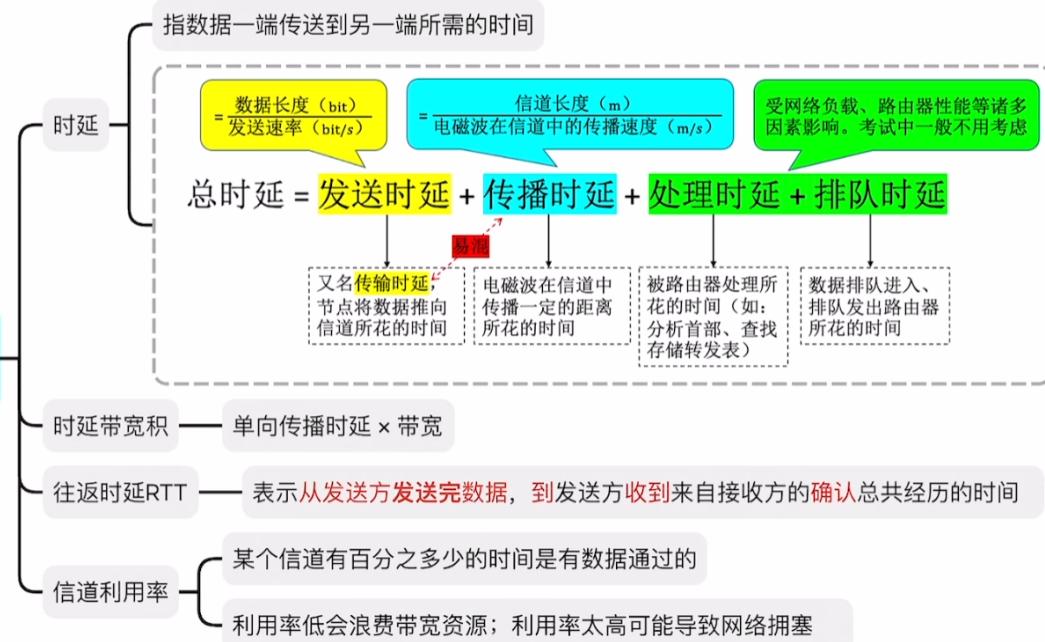


计算机网络的性能指标

计算机网络
的性能指标



计算机网络
的性能指标



计算机网络的性能指标

速率、带宽、吞吐量

时延、时延带宽积、往返时延

信道利用率

速率

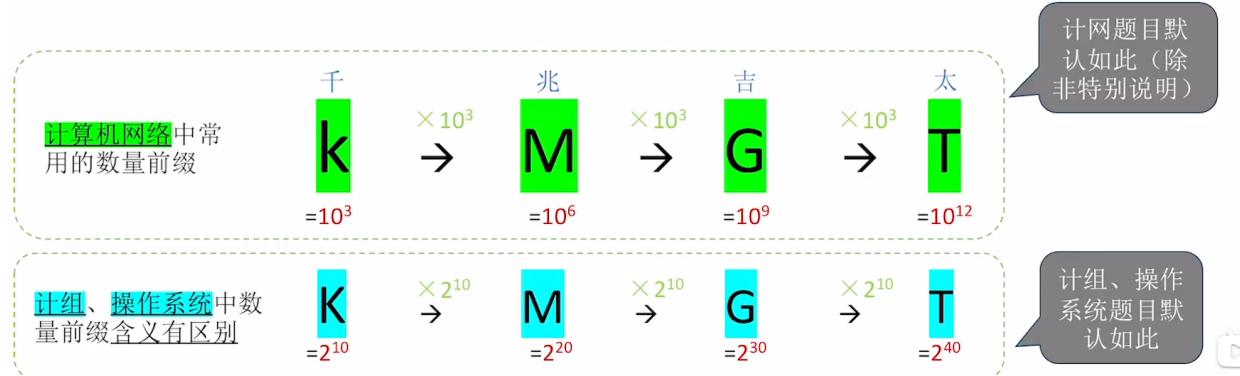
性能指标1：速率

真题最常用

速率 (Speed)：指连接到网络上的节点在信道上传输数据的速率。也称**数据率**或**比特率**、数据传输速率

速率单位：bit/s，或 b/s，或 **bps** 真题最常用

⚠ 注意：有时也会用 B/s (1B = 8b, B=Byte 字节, b=bit 比特)



Mac用户：活动监视器→网络

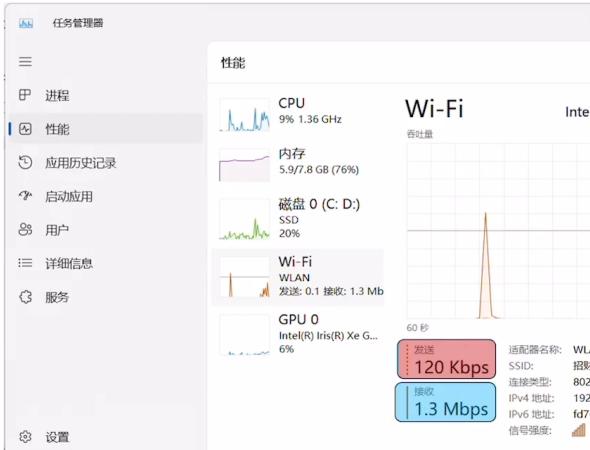


性能指标1：速率

信道 (Channel)：表示向某一个方向传送信息的通道（信道≠通信线路）
一条通信线路在逻辑上往往对应一条**发送信道**和一条**接收信道**

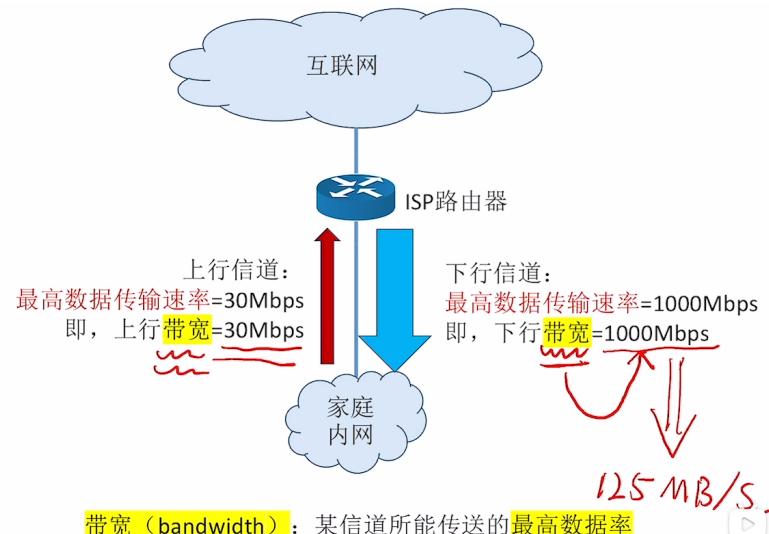


Windows用户: **ctrl+alt+del**→任务管理器→性能



带宽

微信: 中国电信公众号→办理宽带



假设主机 A 和 B 之间的链路带宽为 100Mbps，主机 A 的网卡速率为 1Gbps，主机 B 的网卡速率为 10Mbps，主机 A 给主机 B 发送数据的最高理论速率为什么？

- A. 1Mbps B. 10Mbps C. 100Mbps D. 1Gbps

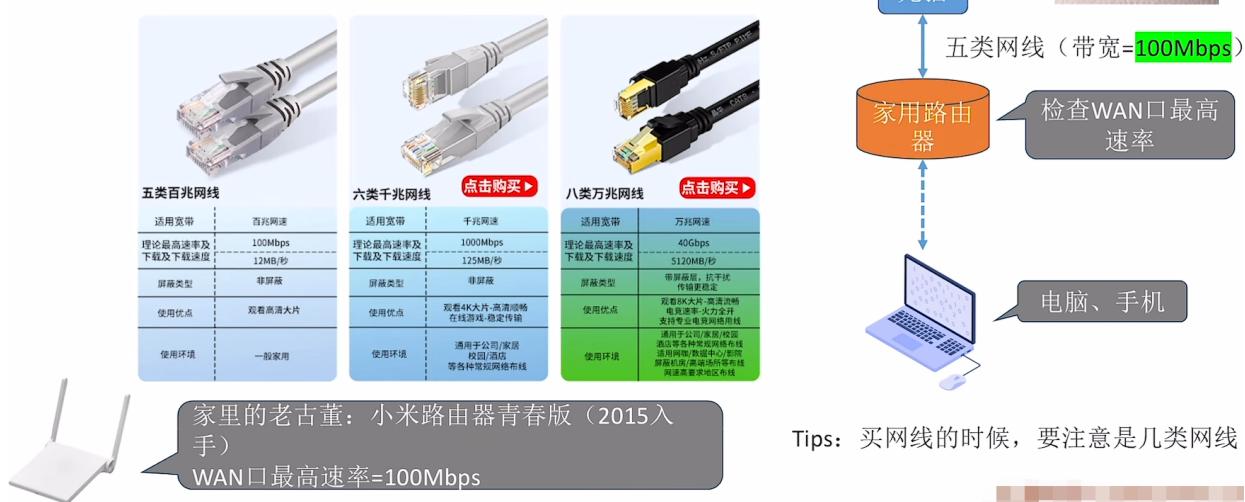


结论：节点间通信实际能达到的最高速率，由带宽、节点性能共同限制。

学以致用，不当大冤种

结论：节点间通信实际能达到的最高速率，由带宽、节点性能共同限制。

多种网速可选 总有一款适合您



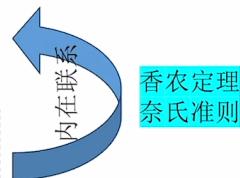
带宽（另一种含义）

本质一样：
信道带宽
越大，传
输数据的
能力越强

在《计算机网络》中：

带宽 (bandwidth)：表示某信道所能通过的“最高数据率”。

单位：bps (或记为 b/s、bit/s；可加上数量前缀 k、M、G、T)。

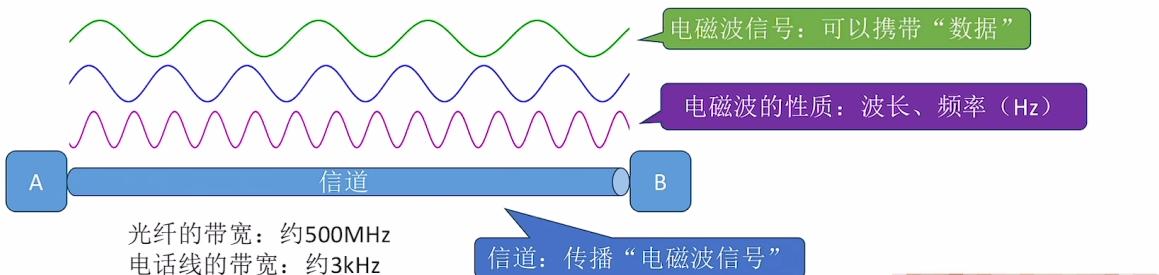


香农定理
奈氏准则

在《通信原理》（通信领域的一门基础学科）中：

带宽 (bandwidth)：表示某信道允许通过的信号频带范围。

单位：Hz (读作“赫/赫兹”；可加上数量前缀 k、M、G、T)。



人眼的“带宽”

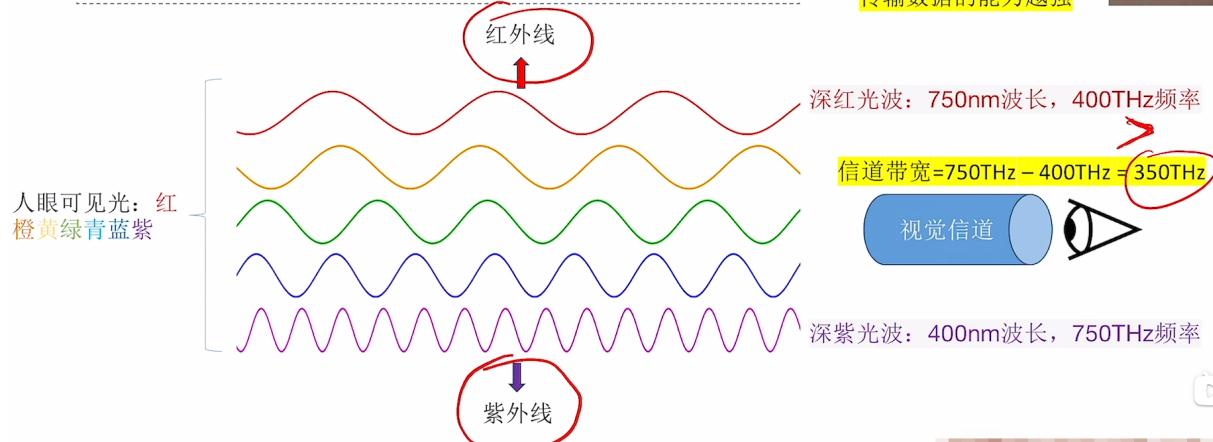
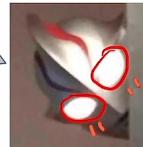
在《通信原理》(通信领域的一门基础学科)中:

带宽 (bandwidth): 表示某信道允许通过的信号频带范围。

单位: Hz (读作“赫/赫兹”; 可加上数量前缀 k、M、G、T)。

假如你是奥特曼, 可以看到紫外线、红外线

结论: 信道带宽越大, 传输数据的能力越强



吞吐量

吞吐量 (Throughput): 指单位时间内通过某个网络(或信道、接口)的实际数据量。

吞吐量受带宽限制、受复杂的网络负载情况影响

活动监视器					
进程名称	已发送...	已接收字节	已发送包	已接收包	PID
mDNSResponder	87.2 MB	154.1 MB	201,117	395,377	712
快连 VPN	4.1 MB	1.7 MB	4,000	2,994	29997
nsurlsessiond	3.6 MB	72 KB	2,596	108	962
Microsoft PowerPoint	345 KB	64 KB	316	198	66946
AirPlayXPCHelper	274 KB	726 KB	3,142	3,060	542
apsd	147 KB	57 KB	153	117	518
rapportd	144 KB	113 KB	218	92	966
网易云音乐	137 KB	308 KB	184	437	2064
Microsoft OneNote	94 KB	75 KB	890	480	11589
dataaccesssd	45 KB	103 KB	101	155	1353
搜狗输入法	36 KB	39 KB	146	135	84156

包接收: 33,362,331 包: ◊ 收到的数据: 44.86 GB
包发送: 9,041,639 发出的数据: 1.44 GB
包接收/秒: 81,091 收到的数据/秒: 93.3 MB
包发送/秒: 31,802 发出的数据/秒: 1.8 MB



时延

时延 (Delay): 指数据(一个报文或分组, 甚至比特)从网络(或链路)的一端传送到另一端所需的时间。有时也称为延迟或迟延。

$$= \frac{\text{数据长度 (bit)}}{\text{发送速率 (bit/s)}}$$

$$= \frac{\text{信道长度 (m)}}{\text{电磁波在信道中的传播速度 (m/s)}}$$

受网络负载、路由器性能等众多因素影响。考试中一般不用考虑

$$\text{总时延} = \text{发送时延} + \text{传播时延} + \text{处理时延} + \text{排队时延}$$

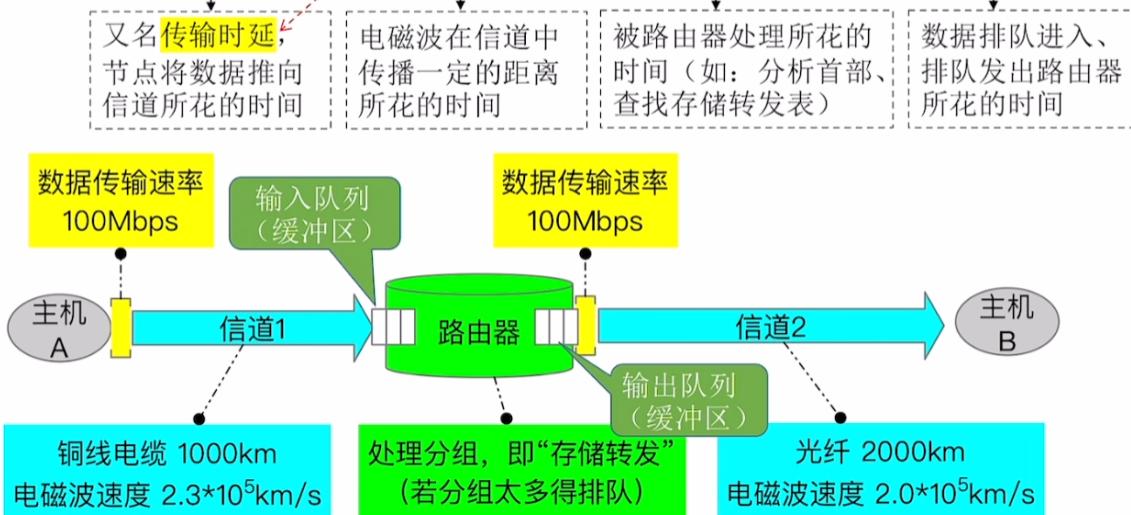
又名传输时延,
节点将数据推向
信道所花的时间

电磁波在信道中
传播一定的距离
所花的时间

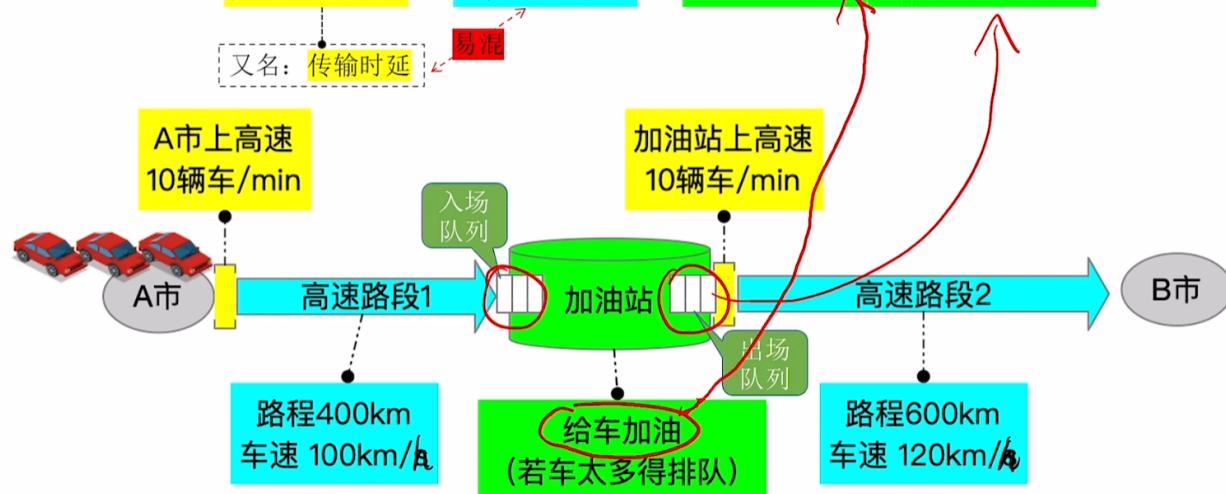
被路由器处理所
花的时间(如:
分析首部、查找
存储转发表)

数据排队进入、
排队发出路由器
所花的时间

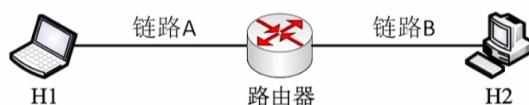
$$\text{总时延} = \text{发送时延} + \text{传播时延} + \text{处理时延} + \text{排队时延}$$



$$\text{总时延} = \text{发送时延} + \text{传播时延} + \text{处理时延} + \text{排队时延}$$



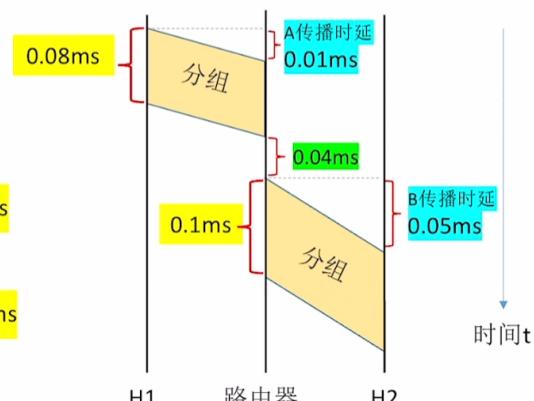
H1 给 H2 发送一个数据分组。分组大小=1000B，H1往链路A发送数据的速率为 100Mbps，路由器往链路B发送数据的速率为 80Mbps。链路A传播时延为 0.01ms，链路B传播时延为 0.05ms。若路由器对一个分组的处理时延、排队时延为0.04ms，求传输整个分组的总时延。



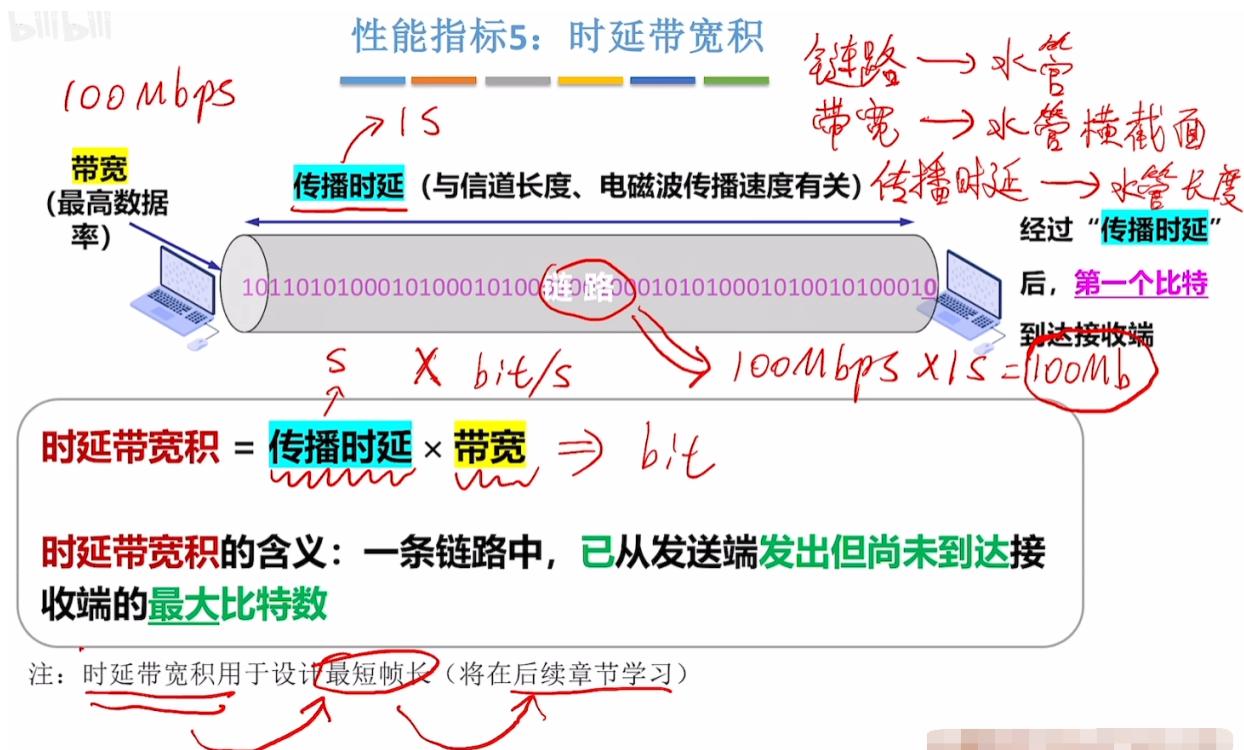
$$H1 \rightarrow \text{链路A: 分组发送时延} = \frac{1000B}{100Mbps} = \frac{8000b}{10^8 b/s} = 8 \times 10^{-5} s = 0.08ms$$

$$\text{路由器} \rightarrow \text{链路B: 分组发送时延} = \frac{1000B}{80Mbps} = \frac{8000b}{8 \times 10^7 b/s} = 10^{-4} s = 0.1ms$$

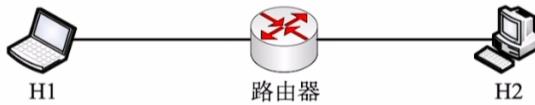
$$\text{总时延} = 0.01 + 0.08 + 0.04 + 0.05 + 0.1 = 0.28ms$$



时延带宽积



33. 在下图所示的分组交换网络中，主机 H1 和 H2 通过路由器互连，2 段链路的带宽均为 100Mbps、时延带宽积（即单向传播时延×带宽）均为 1000bits。若 H1 向 H2 发送 1 个大小为 1MB 的文件，分组长度为 1000B，则从 H1 开始发送时刻起到 H2 收到文件全部数据时刻止，所需的时间至少是（ ）。(注：M = 10⁶。)



- A. 80.02ms B. 80.08ms C. 80.09ms D. 80.10ms

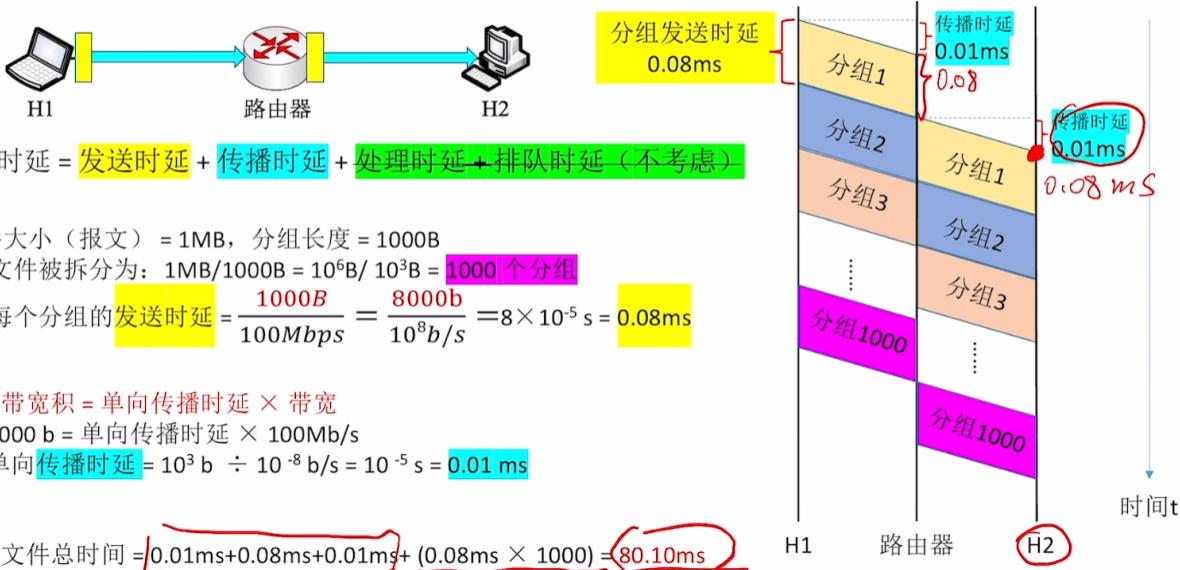
文件大小（报文）= 1MB，分组长度 = 1000B
⇒ 文件被拆分为：1MB/1000B = 10⁶B / 10³B = 1000 个分组

$$\Rightarrow \text{每个分组的发送时延} = \frac{1000B}{100Mbps} = \frac{8000b}{10^8b/s} = 8 \times 10^{-5}s = 0.08ms$$

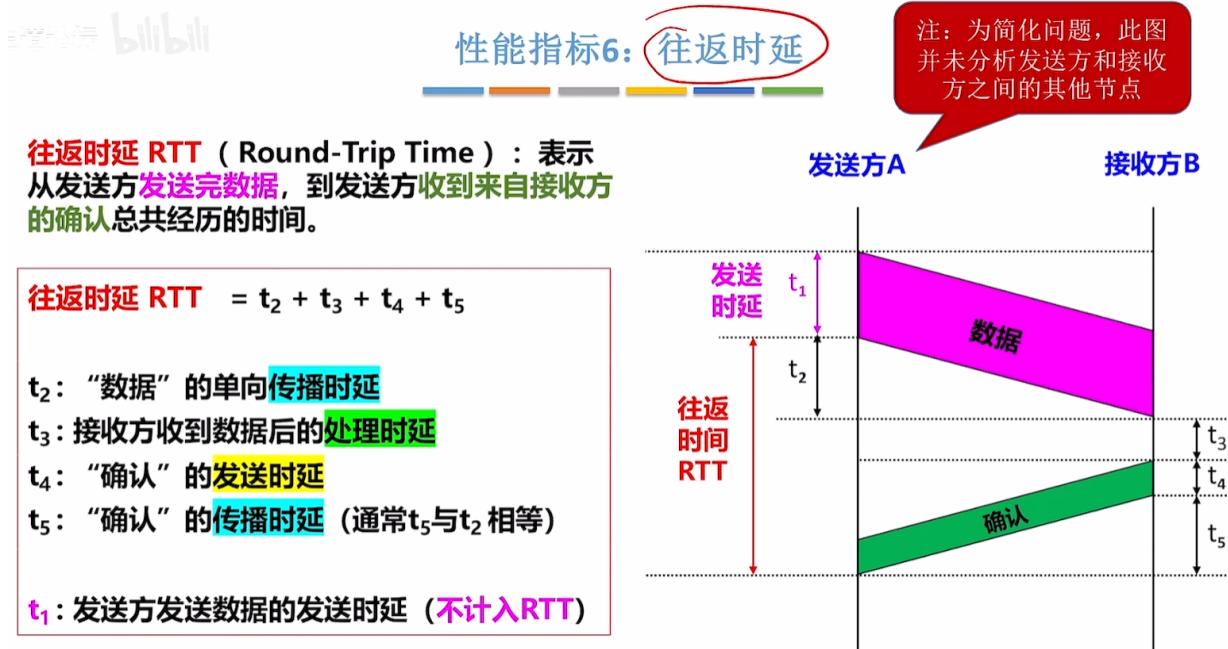
注意大B 小b 的区别

时延带宽积 = 单向传播时延 × 带宽
⇒ 1000 b = 单向传播时延 × 100Mb/s
⇒ 单向传播时延 = 10³ b ÷ 10⁻⁸ b/s = 10⁻⁵ s = 0.01 ms

可以换一种条件给出：如给出
信道长度、电磁波传播速度



往返时延





游戏延迟，反映的就是“手机—服务器”之间的往返时延RTT

信道利用率

信道利用率：某个信道有百分之多少的时间是有数据通过的。

信道利用率 = $\frac{\text{有数据通过的时间}}{\text{有数据通过的时间} + \text{没有数据通过的时间}}$

信道利用率不能太低，浪费资源

有些高速路段车很少，车道利用率极高——>浪费资源

信道利用率也不能太高，容易导致网络拥塞

节假日高速路，车道利用率极高——>堵车

手机H1 和 H2 通过蓝牙连接，连接时长为1分钟。在此期间，H1给H2以80Mbps的速率传输了20张大小10MB的照片。求蓝牙连接期间的信道利用率。



信道利用率 = $\frac{\text{有数据通过的时间}}{\text{有数据通过的时间} + \text{没有数据通过的时间}}$

$$= \frac{(20 \times 10\text{MB}) / 80\text{Mbps}}{1\text{min}} = \frac{(20 \times 10 \times 8\text{MB}) / 80\text{Mbps}}{60\text{s}} = \frac{20\text{s}}{60\text{s}} = 33.3\%$$