知识点：

* 1. 慢开始和拥塞避免

慢开始阶段：

1）在主机刚刚开始发送报文段时可先设置拥塞窗口 cwnd = 1，即设置为一个最大报文段 MSS 的数值。

2）在每收到一个对新的报文段的确认后，将拥塞窗口加 1，即增加一个 MSS 的数值。

3）用这样的方法逐步增大发送端的拥塞窗口 cwnd，可以使分组注入到网络的速率更加合理。

当慢开始窗口值达到指定门限ssthresh，改成拥塞避免方法。

拥塞避免阶段：

拥塞避免算法的思路是让拥塞窗口 cwnd 缓慢地增大，即每经过一个往返时间 RTT 就把发送方的拥塞窗口 cwnd 加 1，而不是加倍，使拥塞窗口 cwnd 按线性规律缓慢增长。

发送拥塞标志是网络发送数据超时。

一旦网络出现拥塞，将拥塞窗口重新置为1，门限值设为出现拥塞时窗口值的一半。重新执行慢开始算法。

乘法减小：

“乘法减小“是指不论在慢开始阶段还是拥塞避免阶段，只要出现一次超时（即出现一次网络拥塞），就把慢开始门限值 ssthresh 设置为当前的拥塞窗口值乘以 0.5。

快重传

快重传算法首先要求接收方每收到一个失序的报文段后就立即发出重复确认。这样做可以让发送方及早知道有报文段没有到达接收方。

快恢复

当发送端收到连续三个重复的确认时，就执行“乘法减小”算法，把慢开始门限 ssthresh 减半。即拥塞窗口 cwnd 现在不设置为 1，而是设置为慢开始门限 ssthresh 减半后的数值，然后开始执行拥塞避免算法（“加法增大”），使拥塞窗口缓慢地线性增大。

1. 设TCP的ssthresh的初始值为8（单位为报文段）。当拥塞窗口上升到12时网络发生了超时，TCP使用慢开始和拥塞避免。

（1）试画出拥塞窗口的变化曲线图。

（2）当网络发生超时时，拥塞窗口和ssthresh的值发生了什么变化。



轮次

窗口值

**答：**（1）拥塞窗口大小依次为：

1、2、4、8、9、10、11、12、1、2、4、6、7、8、9。见图



窗口值

轮次

（2）当网络发生超时时，拥塞窗口拥塞窗口降为1，ssthresh的值时拥塞发生时窗口值的一半，既6。

1. 设TCP的ssthresh的初始值为12（单位为报文段）。当拥塞窗口上升到16时网络发生了超时，TCP使用慢开始和拥塞避免。

（1）试画出拥塞窗口的变化曲线图。

（2）当网络发生超时后，几个往返时延后，拥塞窗口能达到10。



窗口值

轮次

**答：**（1）拥塞窗口大小依次为：

1、2、4、8、12、13、14、15、16、1、2、4、8、9、10。见图



轮次

窗口值

（2）当网络发生超时后，6个往返时延后，拥塞窗口能达到10。

1. TCP的拥塞窗口cwnd大小与传输轮次*n*的关系如下表所示：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| cwnd | 1 | 2 | 4 | 8 | 16 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 |
| *n* | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| cwnd | 40 | 41 | 42 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 1 | 2 | 4 | 8 |
| *n* | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |

1. 指明TCP工作在慢开始阶段的时间间隔；
2. 指明TCP工作在在拥塞避免阶段的时间间隔；
3. 第18轮次和第24轮次发送时，门限ssthresh分别被设置为多大？
4. 在第16轮次和第22轮次之后发送方是通过收到三个重复报文的确认，还是通过超时检测到丢失了报文段；
5. 在第几轮次发送第100个报文段。

**答：**

1. TCP工作在慢开始阶段为：（1 ~ 6）和（23 ~ 26）
2. TCP工作在在拥塞避免阶段为：（7 ~ 16）和（17 ~ 22）
3. 第18轮次发送时，门限ssthresh分别被设置为21；第24轮次发送时，门限ssthresh分别被设置为13；（2分）
4. 在第16轮次之后发送方是通过收到三个重复报文的确认检测到丢失了报文段，和第22轮次还是通过超时检测到丢失了报文段；
5. 因为1+2+4+8+16+32+33+34>100，所以，在第8轮次发送第100个报文段。