Cookie之困

走 马

清华大学网络与信息安全实验室NISL

zootrope

Cookies Lack Integrity: Real-World Implications

USENIX Security '15

Xiaofeng Zheng, Jian Jiang, Jinjin Liang, Haixin Duan, Shuo Chen, Tao Wan and Nicholas Weaver

https://www.usenix.org/conference/usenixsecurity15/technical-sessions/presentation/zheng

谁忽视了Cookie安全

星巴克

离开星巴克时需要做什么？

Cookie基础

- 用于保持**HTTP**会话状态/缓存信息
- 由服务器/脚本写入

  Server:

  Set-Cookie: user=bob; domain=.bank.com; path=/;

  JS:

  document.cookie="user=bob; domain=.bank.com; path=/;";

- 存储于浏览器/传输于**HTTP**头部

  Cookie: user=bob; cart=books;

  JS:

  console.log(document.cookie);

  → "user=bob; cart=books;"

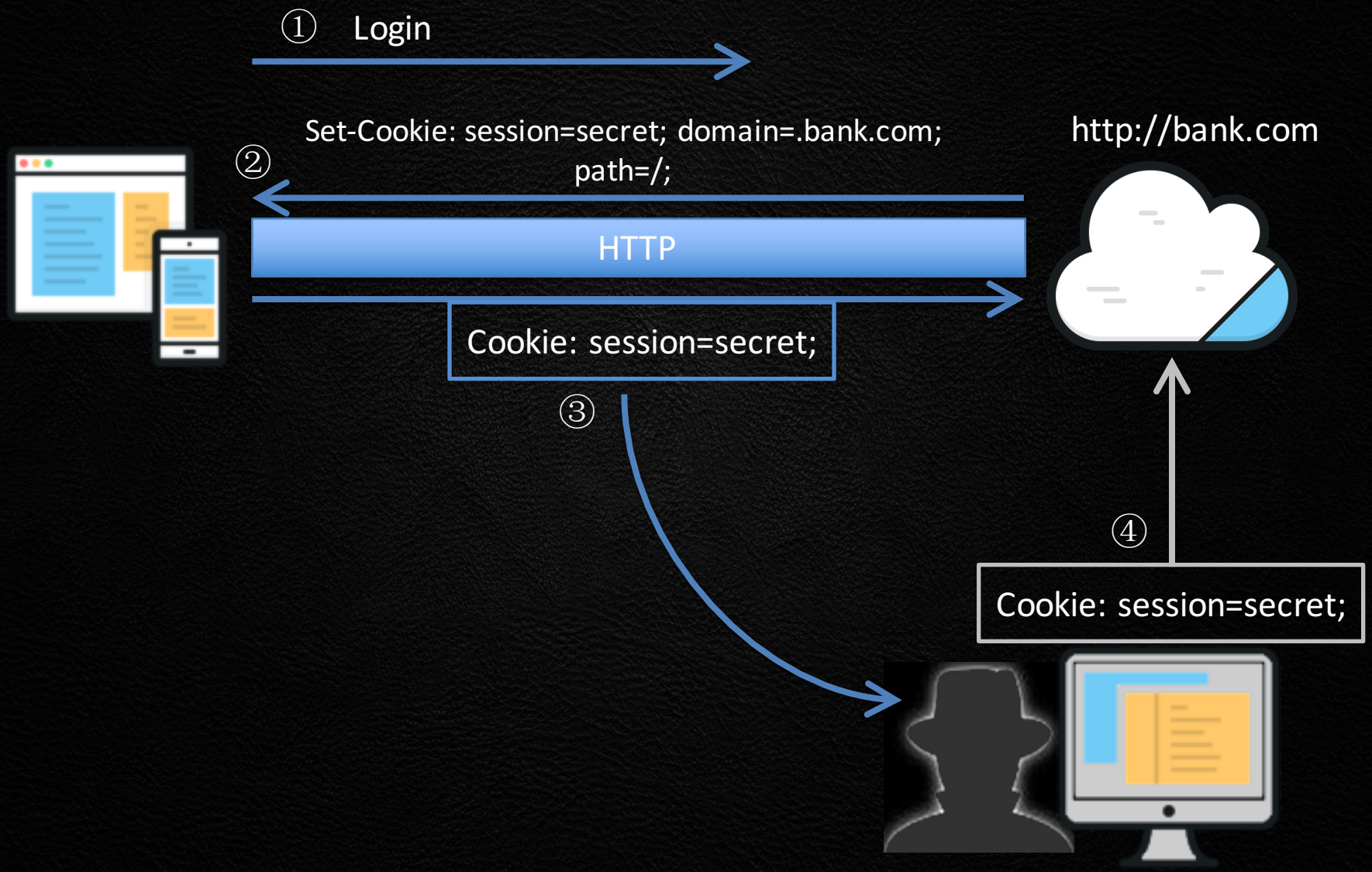
写时带属性，读时无属性

- 三元组

  [name, domain, path]：唯一确定Cookie

name, domain, path任一不同，则Cookie不同

泄露： HTTP


① Login
Set-Cookie: session=secret; domain=.bank.com;
path=/;
②
http://bank.com
HTTP
Cookie: session=secret;
③
④
Cookie: session=secret;

HTTPS


Set-Cookie: session=secret; domain=.bank.com; path=/;
https://bank.com
HTTPS
Cookie: session=secret;

Cookie基础：同源策略(SOP)

- Web SOP: [protocol, domain, port]
  - *http://www.bank.com*
  - *http://www.bank.com:8080*
  - *https://www.bank.com*

非同源（受SOP隔离保护）

- Cookie SOP: [domain, path]
  - 仅以domain/path作为同源限制
  - 不区分端口
  - 不区分**HTTP / HTTPS**

Cookie: session=secret; domain=.bank.com; path=/;

http://bank.com

https://bank.com

Cookie基础：Domain向上通配

- 在对Cookie读写时，以“通配”的方式判断Domain是否有效

写入：

当页面为 http://www.bank.com 时：

Set-Cookie: user1=aaa; domain=.bank.com; path=/;	接受
Set-Cookie: user2=bbb; domain=www.bank.com; path=/;	接受
Set-Cookie: user3=ccc; domain=.www.bank.com; path=/;	接受
Set-Cookie: user4=ddd; domain=other.bank.com; path=/;	拒绝

读取：

访问 http://www.bank.com

Cookie: user1=aaa; user2=bbb; user3=ccc;

访问 http://user.bank.com

Cookie: user1=aaa;

Cookie基础： Path向下通配

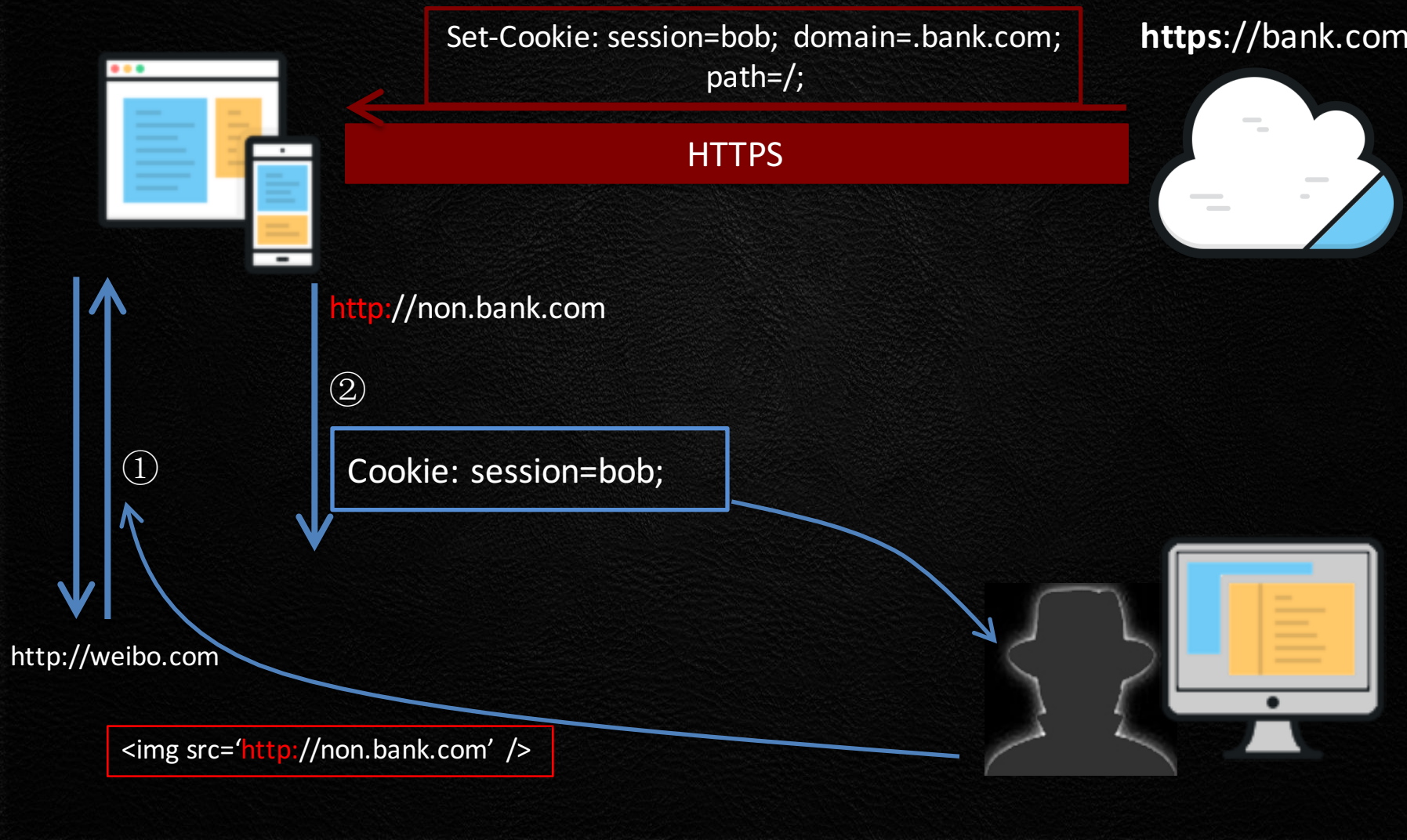
Set-Cookie: session=bob; domain=.bank.com; path=/;

Set-Cookie: cart=books; domain=.bank.com; path=/buy/;

http://bank.com/
Cookie: session=bob;

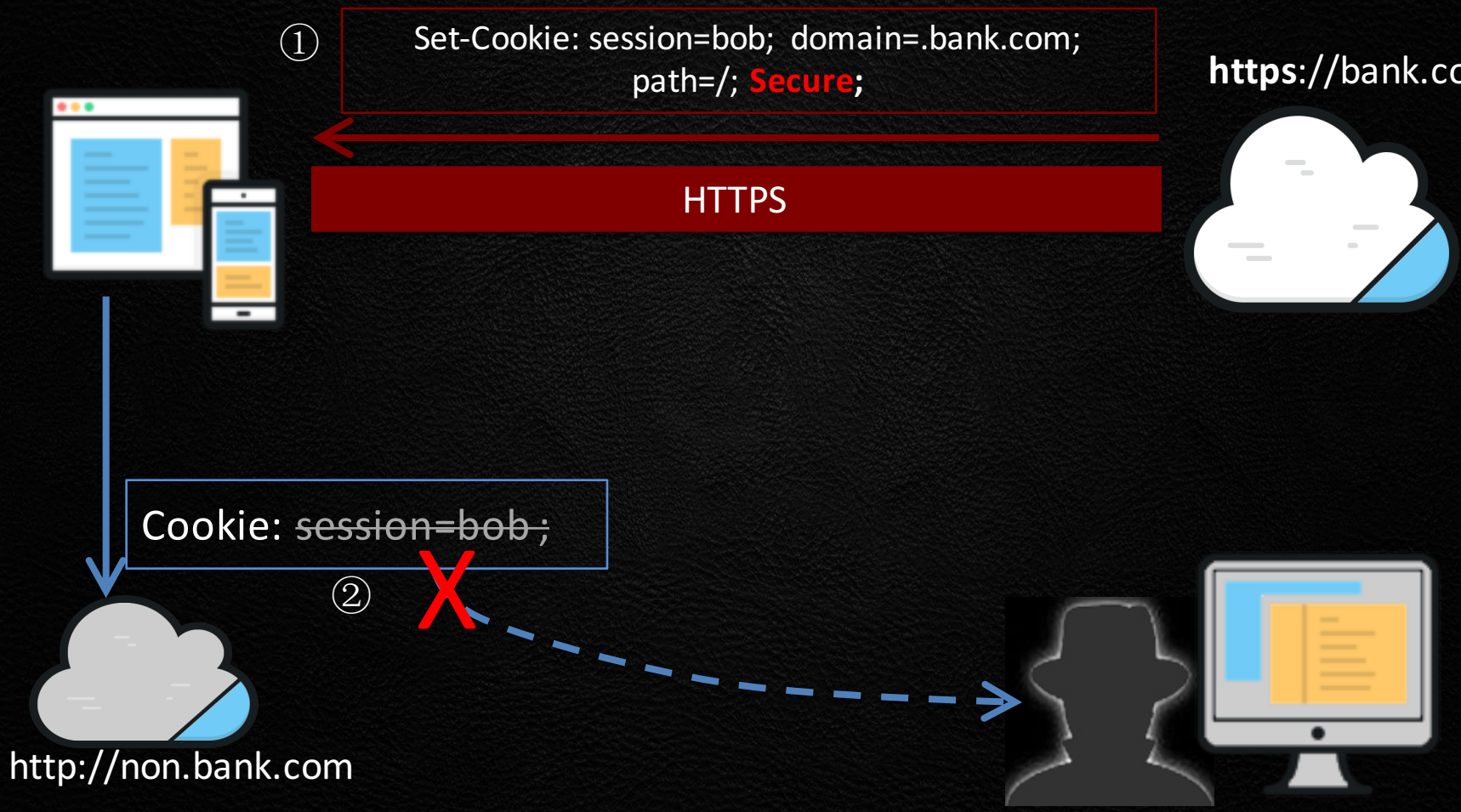
http://bank.com/buy/
Cookie: session=bob; cart=books;

泄露： Cookie in HTTPS



Secure Flag

RFC: 带有Secure属性的Cookie仅能在HTTPS会话中传输

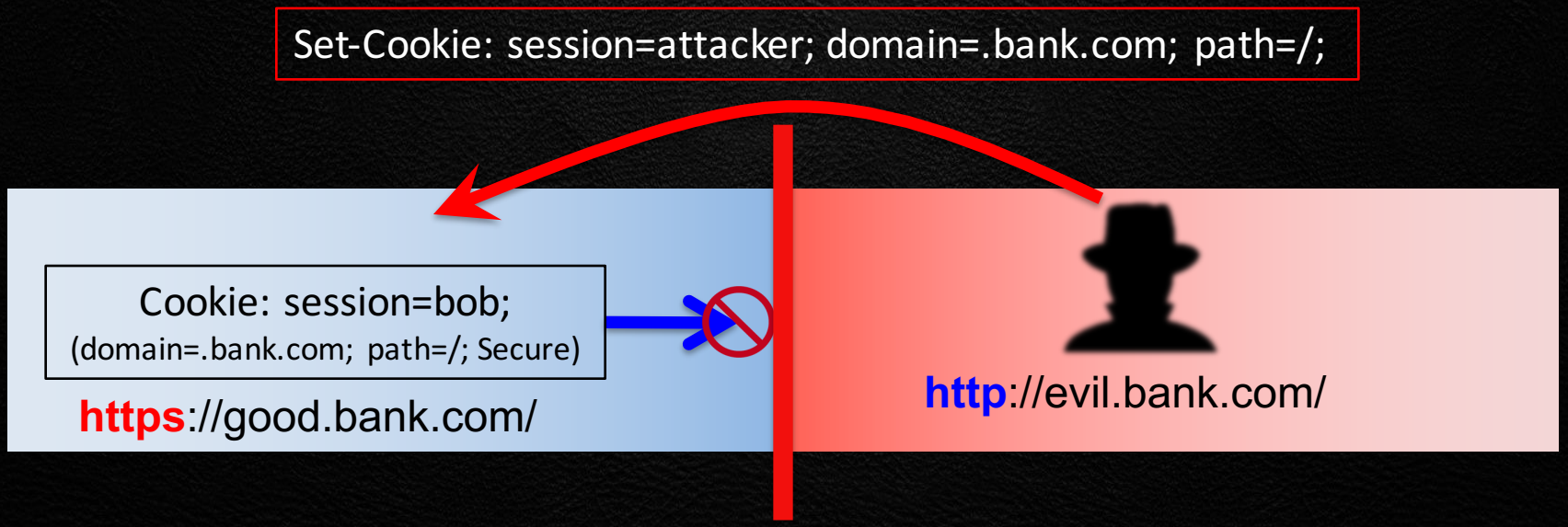


Secure Flag: 缺乏完整性保护

RFC 6265:

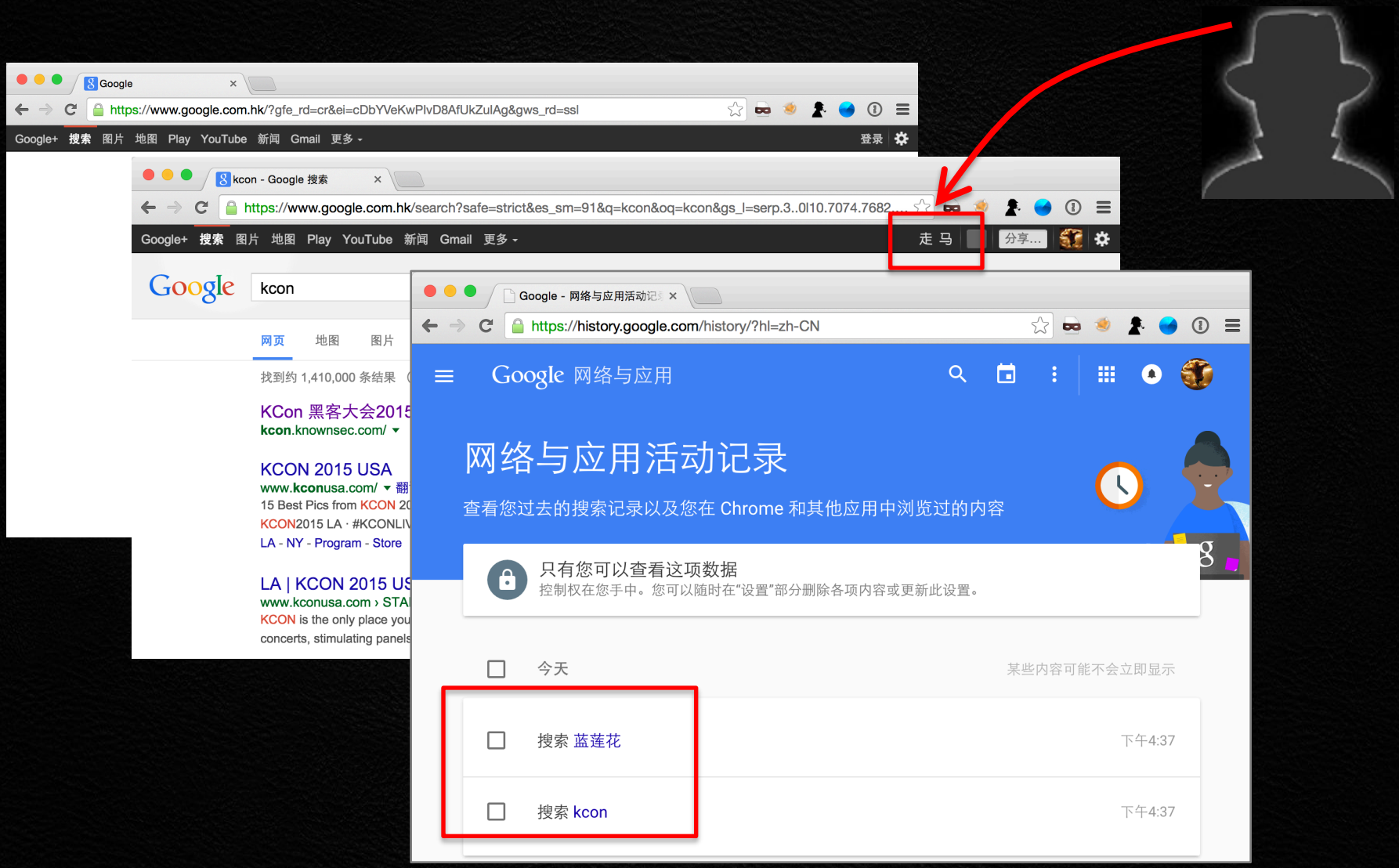
Although seemingly useful for protecting cookies from active network attackers, the Secure attribute protects only the cookie's confidentiality.

An active network attacker can ***overwrite*** *Secure cookies from an insecure channel, disrupting their integrity.*



Secure Cookie覆盖

Cookie注入：*Authenticated-as-Attacker*



BARTH, A., JACKSON, C., Robust De-fenses for Cross-Site Request Forgery

Cookie注入：反射

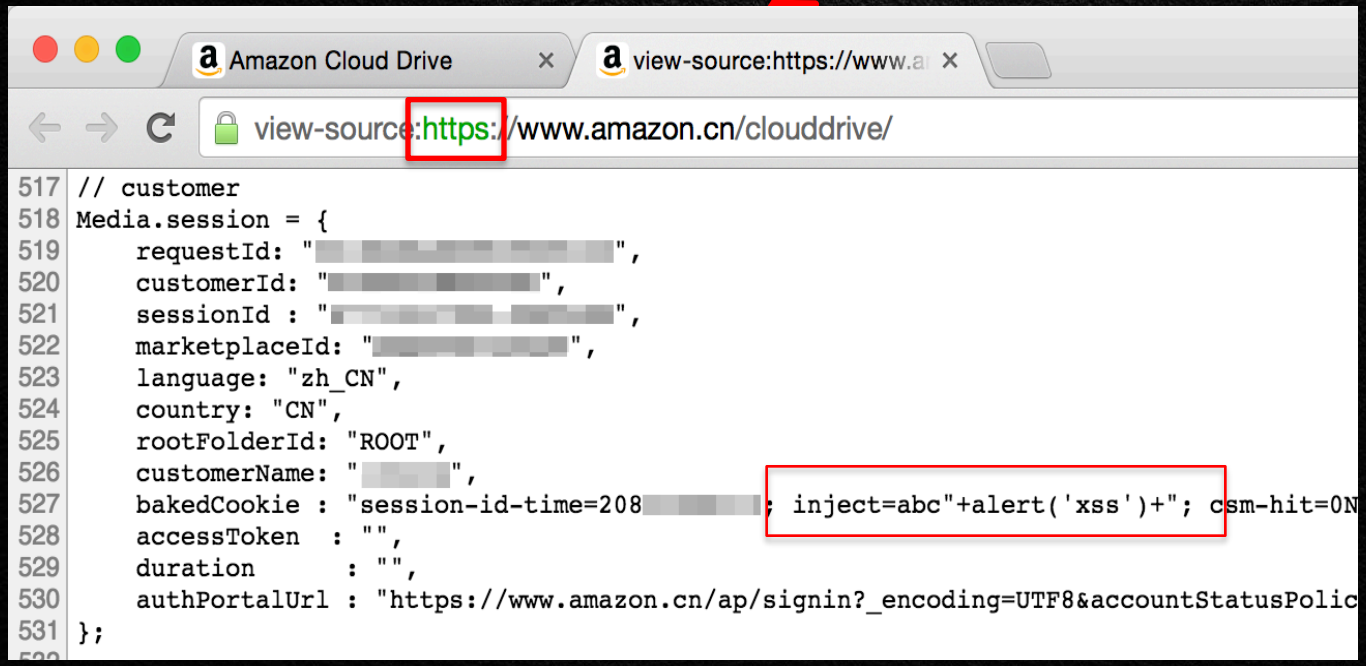
广义的反射：

- 服务端将Cookie拼接到HTML页面
- JS将Cookie渲染到DOM/参与运算

Cookie反射：XSS

Set-Cookie: inject=abc”+alert(‘xss’)+”;
domain=.amazon.cn; path=/;

Amazon Cloud



个案？

Cookie反射（服务端）

	网站	反射		网站	反射
1	google.com	Y	16	weibo.com	Y
2	facebook.com		17	blogspot.com	
3	youtube.com		18	tmall.com	Y
4	yahoo.com	Y	19	sohu.com	
5	baidu.com	Y	20	yahoo.co.jp	
6	wikipedia.org		21	yandex.ru	Y
7	twitter.com		22	vk.com	
8	qq.com	Y	23	bing.com	Y
9	taobao.com	Y	24	wordpress.com	Y
10	amazon.com	Y	25	google.de	Y
11	linkedin.com	Y	26	pinterest.com	
12	live.com	Y	27	ebay.com	Y
13	google.co.in	Y	28	360.cn	Y
14	sina.com.cn	Y	29	google.co.uk	Y
15	hao123.com	Y	30	instagram.com	Y

非常普遍！

惯性思维1：“可信”的Cookie

- 谁输入的Cookie？服务端 or 第三方

  惯性：服务器

- 检测自信、过滤简陋

  BOA的实例：

反射：Cookie: BA_0021=OLB

```
boaMboxCreate("***",'***','***','***','profile.BA_0021=OLB','***','***','***');
```

过滤：Cookie: BA_0021=OLB**’xss**

```
boaMboxCreate("***",'***','***','***','profile.BA_0021=OLB#xss','***','***','***');
```

运算：

```
function boaMboxCreate() {
        var argStr = process(arguments); //将参数处理为一个字符串
        eval(“mboxCreate(” + argStr + “)”);
}
```

绕过：Set-Cookie: BA_0021=OLB\x27+alert(1)+\x27; domain=.bankofamerica.com; path=/;

惯性思维2：“唯一”的Cookie

- **惯性：键值对**

  Cookie的键是什么？name？

- **Cookie由[name, domain, path]三元组唯一确定**

  [name, domain, path]才是Cookie的键

  写时带属性，读时无属性

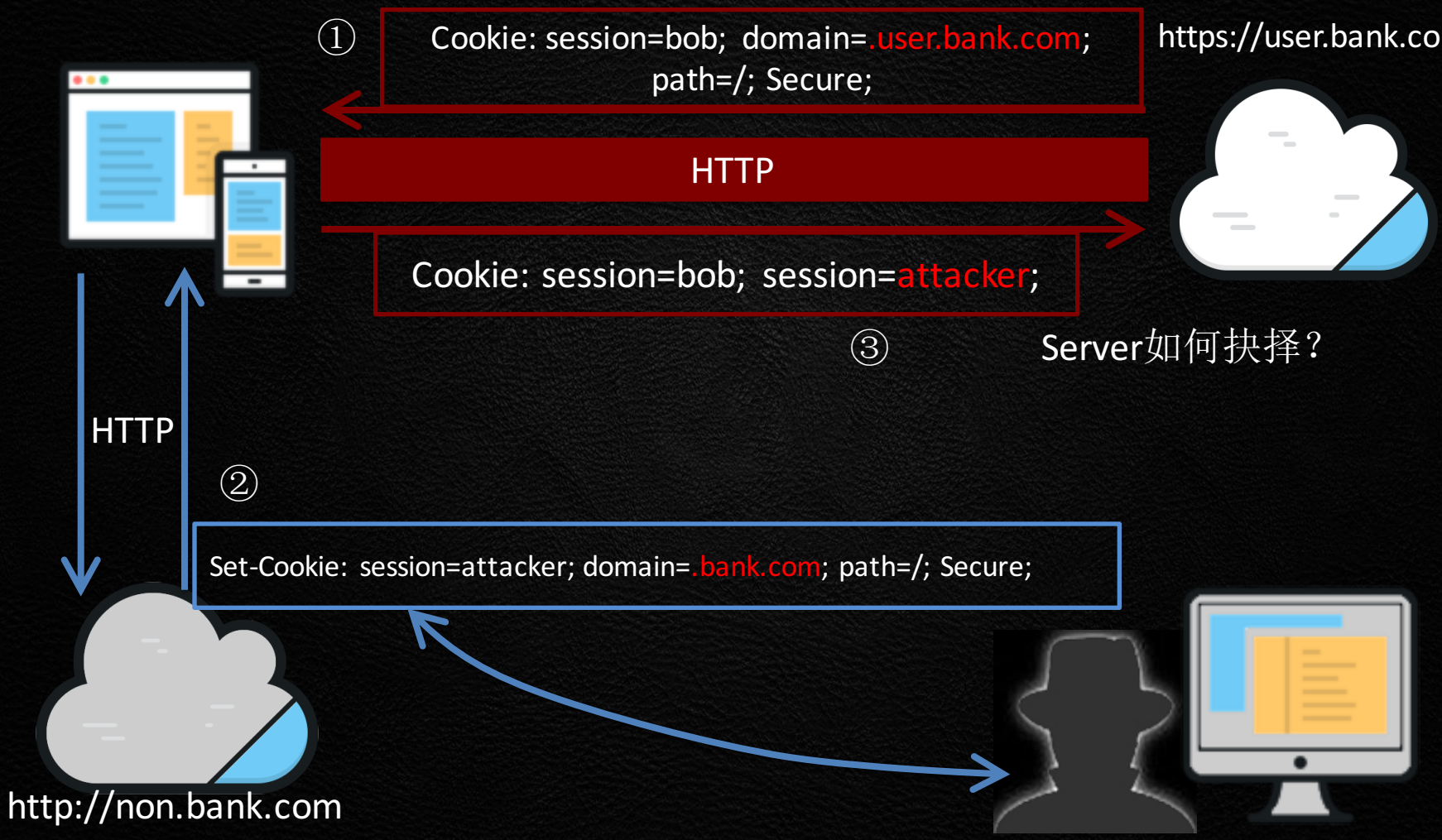
  读取/发送时：

  JS或Server只能看到name

  domain、path由浏览器根据当前URL选择

允许重名

重名：不唯一的Cookie



重名：标准

重名Cookie如何处理？

RFC“标准”这样解释：

如果Cookie头中存在两个同名Cookie，服务器不应该根据它们出现的先后顺序来决定谁有效。

——RFC6265

即，实际没有标准！！！

诡异的规范

如果Cookie头中存在两个同名Cookie，服务器不应该根据它们出现的先后顺序来决定谁有效。

——RFC6265

```
Cookie: session=bob; session=attacker;
```

写时带属性、读时无属性

除了先后顺序，没有其他区别

潜台词：

“我也没辙，那就约定俗成，按顺序来处理吧”

优先级顺序：Server & Browser

Server语言/框架	优先级
PHP	取前者
ASP/ASP.NET	
Java/Spring	
NodeJS	
GoLang	
Python	取后者

JS库/框架	优先级
JQuery	取前者
AngularJS	
ExtJS	
Dojo	
YUI	取后者 额外提供取前者的接口

重名：顺序/优先级

浏览器对Cookie String的排序原则

- *具有更长Path的Cookie更靠前；*
- *如果Path长度相等，更早创建的Cookie更靠前；*

——RFC6265

Cookie: session=bob; session=attacker;

提高优先级：更长Path

目标页面：https://user.bank.com/admin/index.php?type=1

Cookie: session=attacker; session=bob;

Server → Set-Cookie: session=bob; domain=.user.bank.com; path=/;
Attacker → Set-Cookie: session=attacker; domain=.bank.com; path=/admin;

Server → Set-Cookie: session=bob; domain=.user.bank.com; path=/admin;
Attacker → Set-Cookie: session=attacker; domain=.bank.com; path=/admin/;

总能最长？Cookie职责之一，负责多页面之间的状态传递

Server → Set-Cookie: session=bob; domain=.user.bank.com; path=/admin/;
Attacker → Set-Cookie: session=attacker; domain=.bank.com; path=/admin/index.php;

Attacker → Set-Cookie: session=attacker; domain=.bank.com; path=/admin/index.php?type=1; (Firefox)

提高优先级：更早创建

目标页面：https://user.bank.com/

Server → Set-Cookie: session=bob; domain=.bank.com; path=/;

Attacker → Set-Cookie: session=none; domain=.bank.com; path=/; expires=Mon, 1 Jan 1970
Attacker → Set-Cookie: session=attacker; domain=user.bank.com; path=/;
…
Server → Set-Cookie: session=bob; domain=.bank.com; path=/;

Cookie: session=attacker; session=bob;

更早创建

Attacker → Set-Cookie: session=attacker; domain=user.bank.com; path=//;

(Firefox)

精确控制

- 精确控制作用域
  domain、path
- 总能构造更高优先级
  Path、Creation-time

那么...

精确攻击：隐蔽的身份替换

对google注入：Set-Cookie: session=attacker; domain=www.google.com; path=/search;

Ajax: https://www.google.com/search?pq=kcon

身份：攻击者（信息泄露）

Cookie: session=attacker; session=bob;

https://www.google.com/

身份：受害者（无察觉）

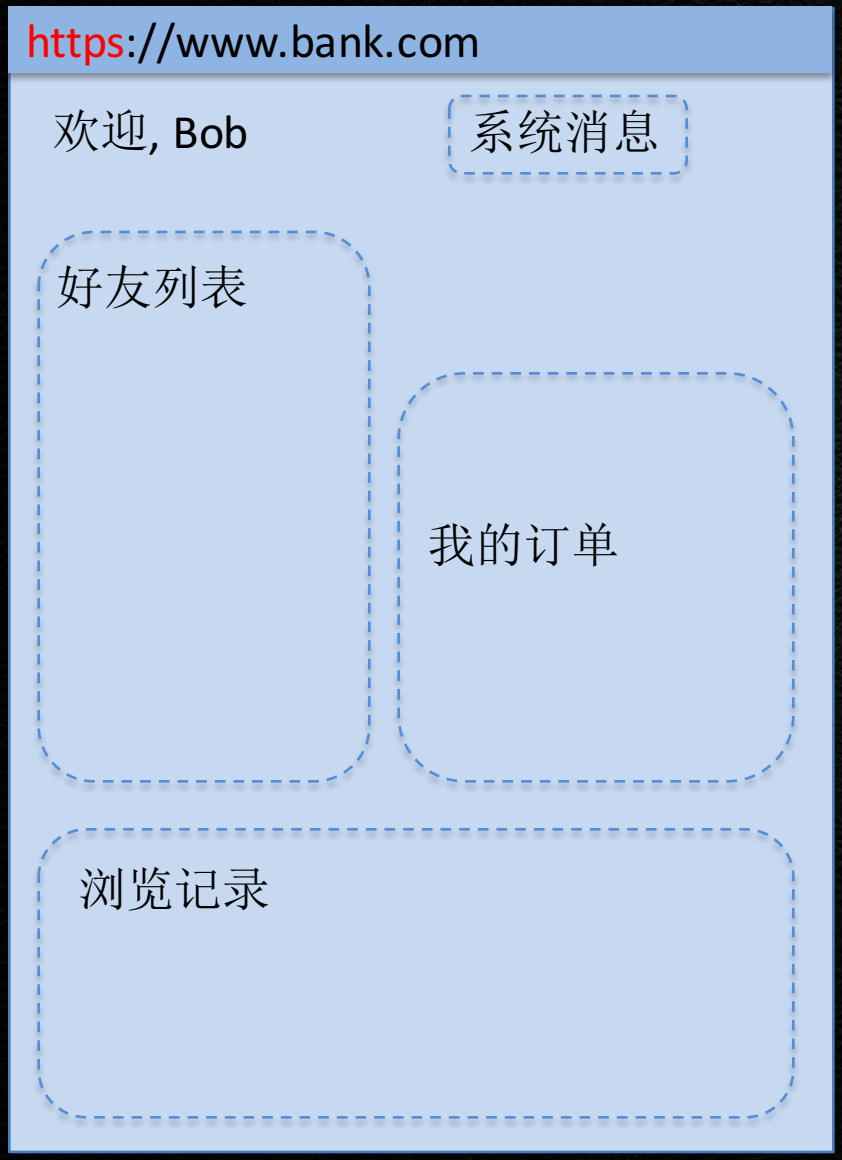
Cookie: session=bob;

https://history.google.com/history/ 身份：受害者（无察觉）

https://mail.google.com/
https://drive.google.com/

身份：受害者（无察觉）

惯性思维3：“一个”HTTPS页面



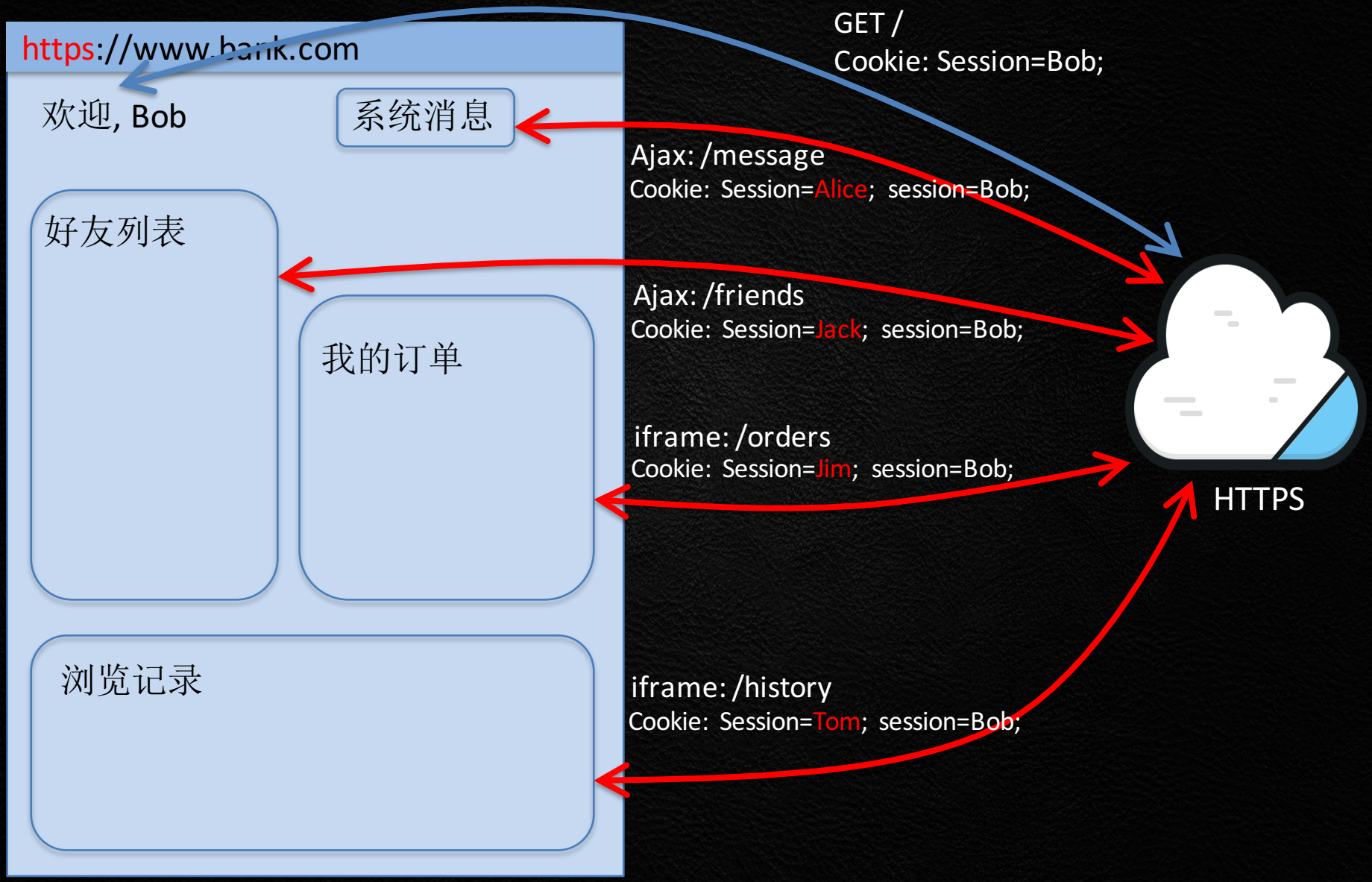
这是一个HTTPS页面；

HTTPS可以保证页面的完整性；

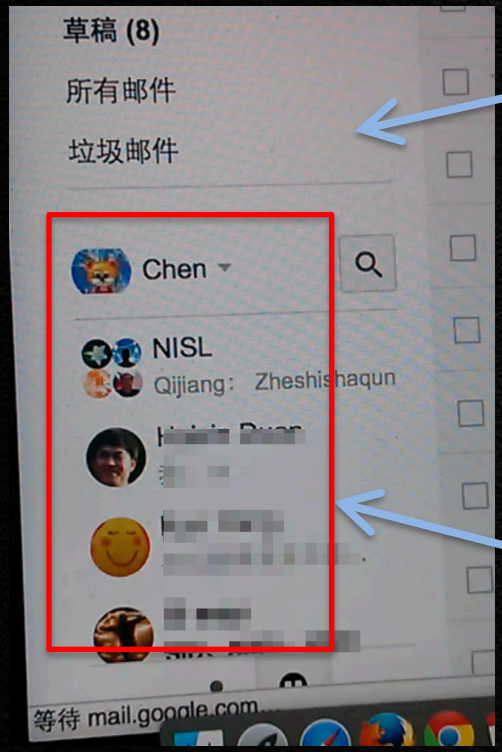
因此，这一个页面的信息是完整的。
（不可篡改的）

真是“一个”页面吗？

“一个”HTTPS页面

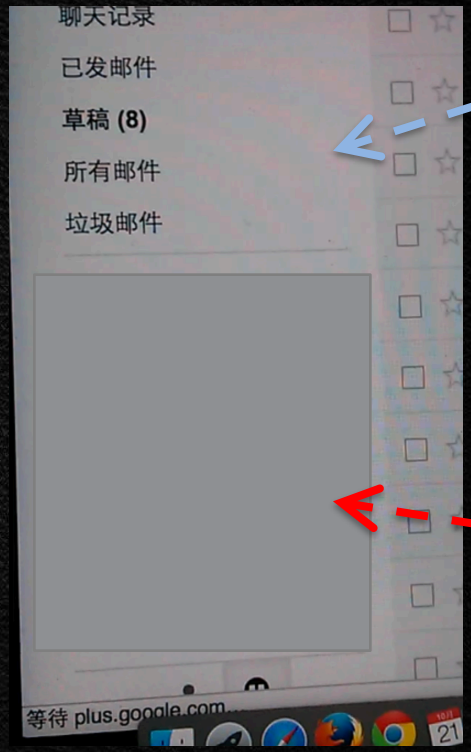

https://www.bank.com
欢迎, Bob
系统消息
好友列表
我的订单
浏览记录
GET /
Cookie: Session=Bob;
Ajax: /message
Cookie: Session=Alice; session=Bob;
Ajax: /friends
Cookie: Session=Jack; session=Bob;
iframe: /orders
Cookie: Session=Jim; session=Bob;
iframe: /history
Cookie: Session=Tom; session=Bob;
HTTPS

精确替换攻击：gmail



https://mail.google.com/

https://gadget.google.com/chat



走马

Attacker

Set-Cookie: session=attacker; domain=gadget.google.com; path=/chat;

精确替换攻击：充值

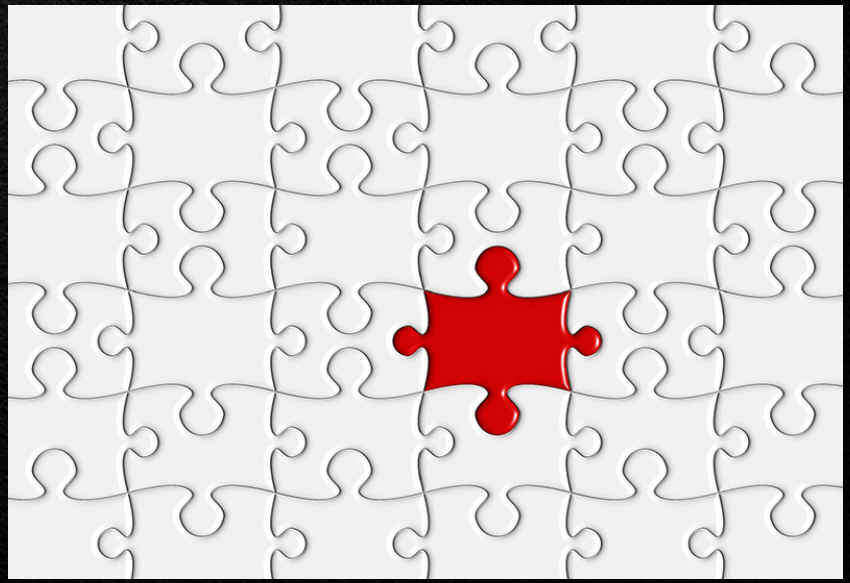
passport.jd.com/new/helloService.ashx?m=ls&callback=jsonp1440239320356&_=1440239320428 (1 match)

```
1 jsonp1440239320356({"info":"<a href=\"http:\/\/home.jd.com\" target=\"_blank\" class=\"link-user\">走马 <\/a>
```

Set-Cookie: session=attacker; domain=pay.jd.com; path=/payment/bankChoose_Common.action;

正确看待HTTPS页面

- HTTPS页面往往并非“一个”页面
- 往往由多个子页面以及多个Ajax拼凑而成
- 攻击者利用Cookie可对其进行篡改



惯性思维4：“一次”HTTPS操作

“一次”HTTPS操作

HTTPS

支付页面/pay
Cookie: session=Bob;

自动跳转

创建订单/pay/order
Cookie: session=Attacker;

自动跳转

转到银行/chooseBank
Cookie: session=Attacker;

银行

“一次”HTTPS操作：识别链断裂

国内网银支付现状

题外话：国内许多电商跳转页面为HTTPS...

正确看待HTTPS操作流程

- 用户操作可能并非一次“原子”操作
- 往往由多个Ajax以及多次自动跳转请求组成
- Cookie可对中间请求进行身份篡改

Amazon恶意购物
UnionPay银行卡绑定
JD恶意充值
Facebook支付绑定
Bitbucket OAuth
……

惯性思维5：总能清理的Cookie

- 服务端总能主动地、准确地清理Cookie吗？

写时带属性，读时无属性

Browser → Cookie: user=bob;

服务器无法得知Cookie的具体domain/path

如果希望删除或重新赋值...

Set-Cookie: user=bob; domain=?; path=?; ← Server

无法确定domain与path

信息丢失，难以准确地清理！

Github认为...

遍历嘛！总能清除异常的Cookie

但是，遍历的开销.....

https://sub.domain.bank.com/admin/users/list.php?name=1#any

Domains:

- .sub.domain.bank.com
- sub.domain.bank.com
- .domain.bank.com
- .bank.com

Paths:

- /
- /admin
- /admin/
- /ad (IE/Safari)
- /admin/us (IE/Safari)
- /admin/users/list.php?name=1#any (Firefox)

驻留式攻击：跨越时间和空间

几周前...

Set-Cookie: session=attacker; domain=.pay.jd.com; path=/payment/;

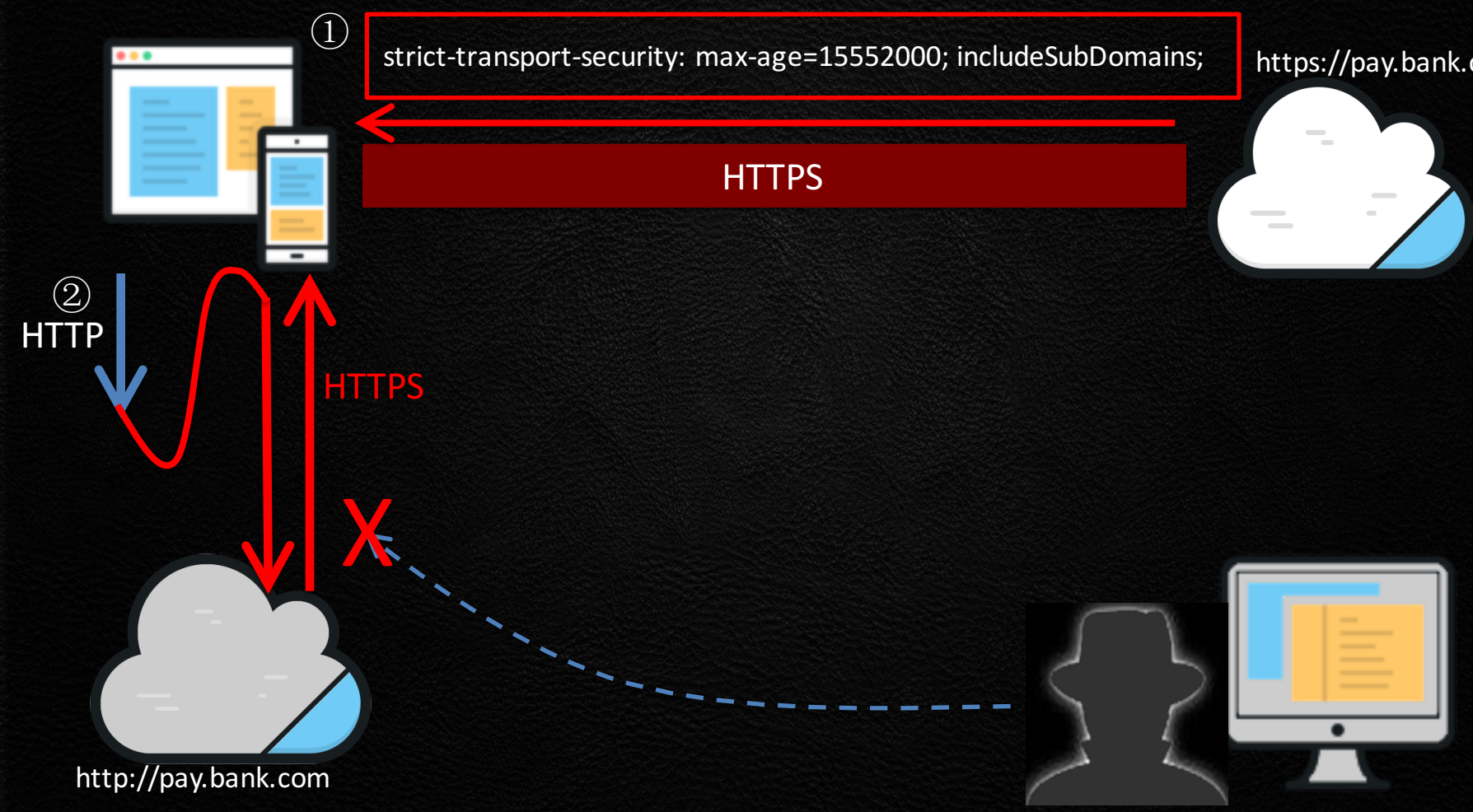
几周后...

https://pay.jd.com/payment/

该HSTS登场了

看上去强悍的HSTS

HSTS: 浏览器对特定域名强制进行HTTPS访问



HSTS：面对Cookie的尴尬

- HSTS并非为Cookie量身定制

  对于Web页面

  对敏感子域进行includeSubdomains设置即可；

  例如gmail，

  只需要在mail.google.com进行includeSubdomains

  对于Cookie

  由于Cookie的Domain是通配的

  例如gmail，

  虽然对mail.google.com进行includeSubdomains

  攻击者即可伪造non.google.com，注入domain为.google.com的Cookie

  在mail.google.com有效，可进行攻击

  必须对整个域名标注includeSubdomains（Full HSTS）

- 部署现状

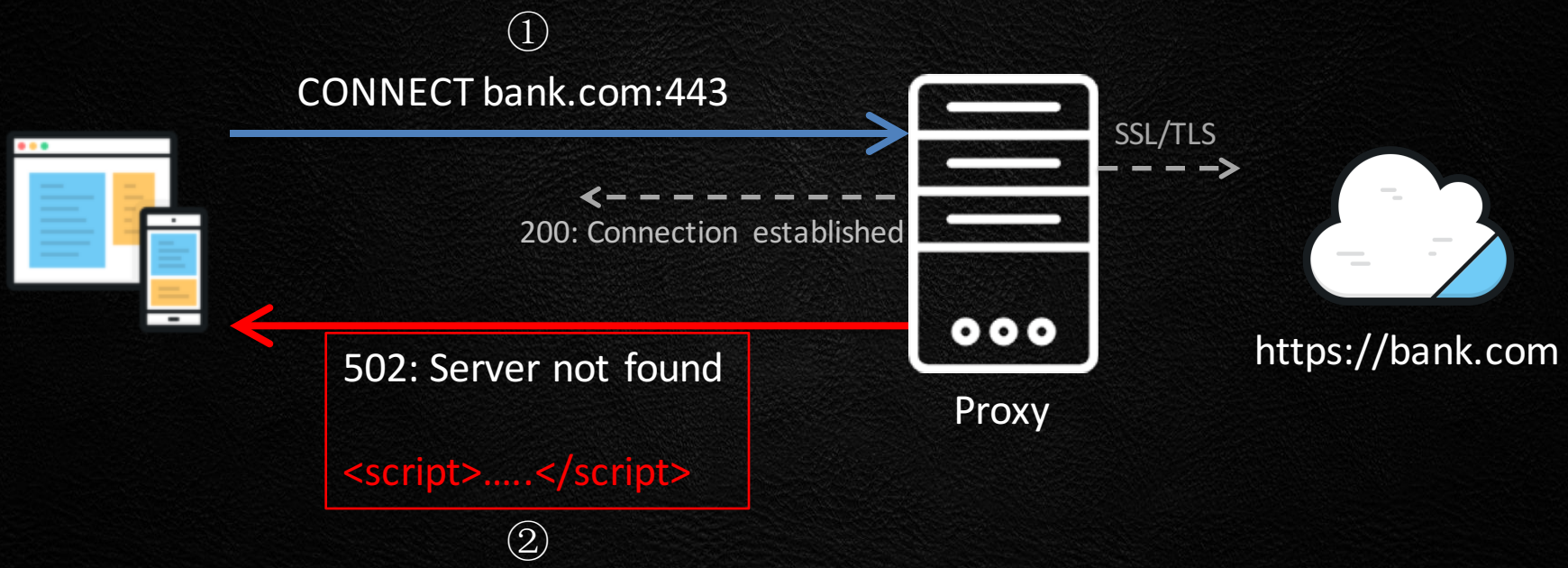
  Full HSTS: 8/1000; 1252/1000000 (Alexa)

  IE11才开始支持

假设Full HSTS，又如何？

407注入攻击： Pretty Bad Proxy

Pretty-Bad-Proxy: An Overlooked Adversary in Browsers' HTTPS Deployments
Shuo Chen, Ziqing Mao

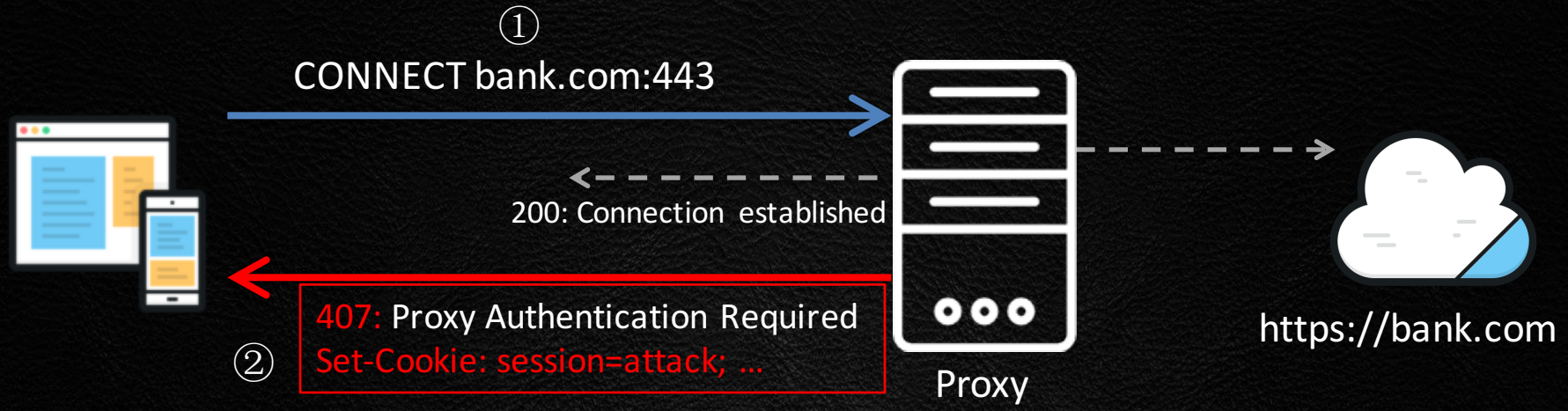


Fixed

407注入攻击：Firefox

```
1225    if (mTransaction->ProxyConnectFailed()) {
1226        // Only allow 407 (authentication required) to continue
1227        if (httpStatus != 407)
1228            return ProcessFailedProxyConnect(httpStatus);
1229        // If proxy CONNECT response needs to complete, wait to process connection
1230        // for Strict-Transport-Security.
1231    } else {
1232        // Given a successful connection, process any STS data that's relevant.
1233        rv = ProcessSTSHeader();
1234        MOZ_ASSERT(NS_SUCCEEDED(rv), "ProcessSTSHeader failed, continuing load.");
1235    }
1236
1237    MOZ_ASSERT(!mCachedContentIsValid);
1238
1239    ProcessSSLInformation();
1240
1241    // notify "http-on-examine-response" observers
1242    gHttpHandler->OnExamineResponse(this);
1243
1244    SetCookie(mResponseHead->PeekHeader(nsHttp::Set_Cookie));
```

407注入攻击



	Windows	Mac OS	Linux	Android	iOS
IE	–	N/A	N/A	N/A	N/A
Chrome	①	①	①	①	①
Firefox	②	②	②	②	N/A
Safari	②	③	N/A	N/A	②
Opera	①	①	N/A	①	N/A

①: cookie injection with pop-up window.
②: cookie injection without pop-up window.
③: cookie injection and script injeciton.

CVE-2014-8639
CVE-2015-1229

Full HSTS下仍可注入！

惯性思维6

Cookie而已

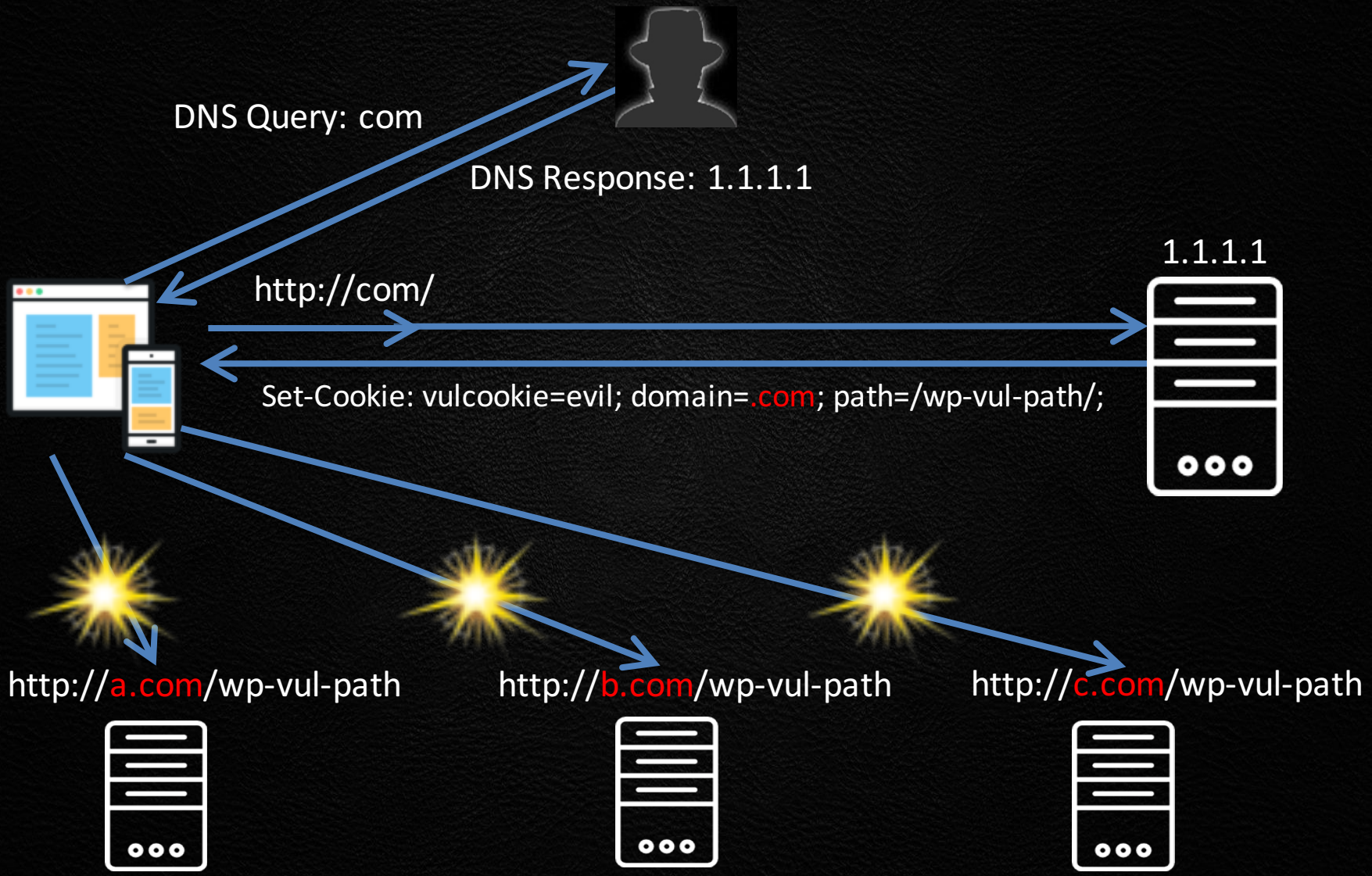
通用攻击

有无可能：攻击框架/商业Web软件？

假设WordPress的wp_vul_path/vul.php 存在Cookie漏洞

http://a.com/wp_vul_path/vul.php
http://b.com/wp_vul_path/vul.php
http://c.com/wp_vul_path/vul.php

通用攻击： Blind Cookie Attack (Safari)



再谈反射：Cookie BREACH

- Cookie BREACH

  phpMyAdmin(CVE-2015-2206)

Cookie之困，困于

- 协议本身
  - 宽松的SOP、缺乏完整性约束
- 浏览器实现
  - 千奇百怪
- Cookie不可信
  - 检查过滤缺乏严谨，XSS/SQLi
- Cookie不唯一
  - 身份替换
- Cookie拆解“一个”HTTPS页面
  - 页面局部劫持
- Cookie拆解“一次”HTTPS操作
  - 业务流程劫持
- Cookie难以被Server清理
  - 持久化攻击
- 并非Cookie而已
  - 与其他攻击形式结合，BREACH/DNS Binding

离开星巴克时需要做什么？

谢谢大家

温馨提示

正在连WIFI的童鞋，会后请务必清理电脑或手机Cookie☺