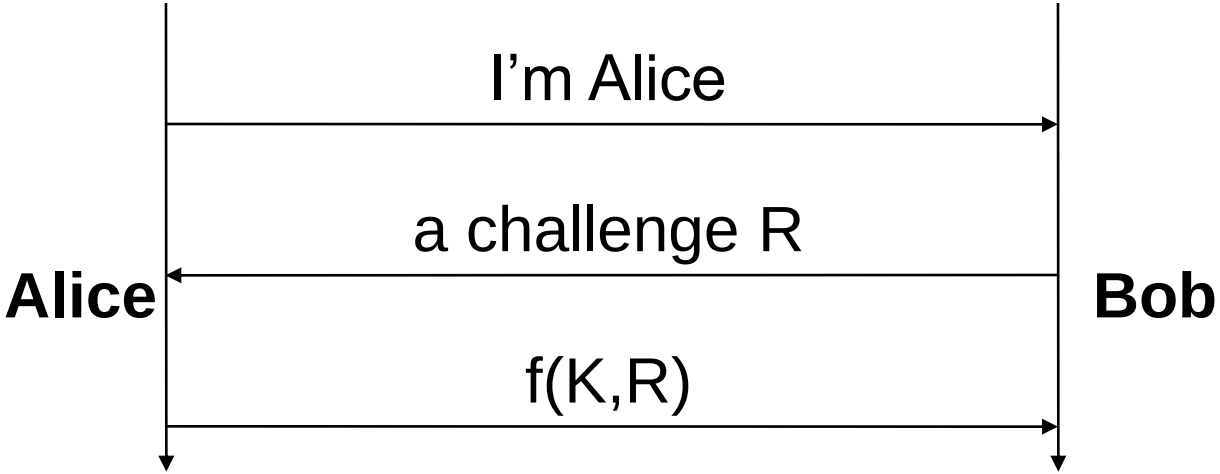
# tecniche crittografiche e protocolli

# obiettivi

- autenticazione one-way e mutua
- scambio di chiavi di sessione
- scambio dei dati
  - integrità
  - confidenzialità

# autenticazione one-way con shared secret (s1)




- K è un segreto condiviso
- f(K,R) è K{R} oppure h(R|K)
- problemi
  - Cindy può sniffare e installare un attacco
    - know plaintext
    - se K è derivata da una password un off-line password guessing
  - chi legge il key db di A o B può impersonare A

# problemi dell'autenticazione one-way senza altre contromisure

- Alice non autentica Bob che può essere facilmente impersonato
  - si deve fare mutua autenticazione

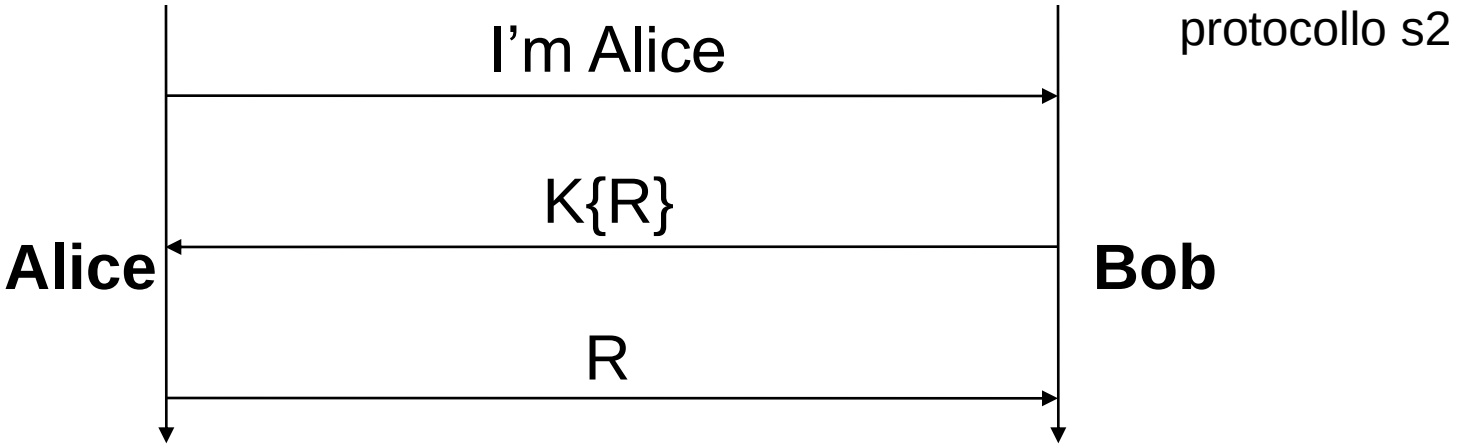
# replay attack

- Cindy registra il/i messaggi e li re-invia in una sessione successiva
  - Cindy non ha bisogno di conoscere K per l'attacco
- se un valore di R viene riutilizzato allora il prot. s1 è vulnerabile al "replay attack"

# nonces

- un *nonce* è un valore o stringa che è usato una sola volta
  - tutti i challenge devono essere nonces altrimenti i protocolli diventano vulnerabili ad un replay attack
- esempi di nonces
  - timestamp
    - predicibile
    - dipende dalla vulnerabilità dei meccanismi di settaggio del clock
  - numero di sequenza
    - predicibile
    - che succede dopo il boot?
    - che succede dopo un overflow?
  - random number
    - necessario un buon “seed”
    - necessario buon generatore

# autenticazione one-way con shared secret (s2)




- R non deve essere predicibile da Alice
- richiede crittografia reversibile (non si può usare l'hash)
- problemi
  - Cindy può sniffare e installare un attacco
    - know plaintext
    - se K è derivata da una password un off-line password guessing
  - chi legge il key db di A o B può impersonare A

# uso promiscuo della chiave

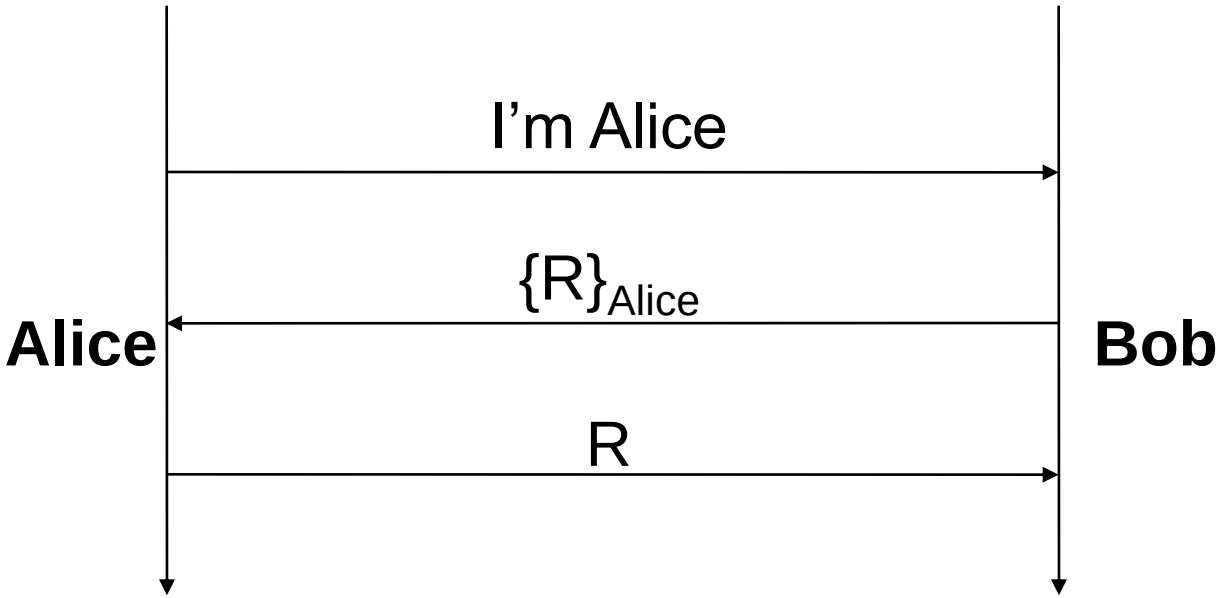
- chiunque impersoni Bob può ottenere
  - cifratura con K di qualsiasi cosa (prot. s1)
  - decifratura con K di qualsiasi cosa (prot. s2)
- in generale una chiave dovrebbe essere usata per un solo scopo (un solo protocollo) altrimenti...
  - protocolli indipendentemente sicuri possono essere vulnerabili se usati assieme
  - l'introduzione di nuovi protocolli che usano la stessa chiave può rendere vulnerabili i vecchi
- in alternativa usare nonces strutturati per ciascuna funzionalità

# autenticazione one-way con chiave pubblica (p1)


- vulnerabilità: come s1 ma chi legge il key db di B non può impersonare A

# autenticazione one-way con chiave pubblica (p2)

protocollo p2

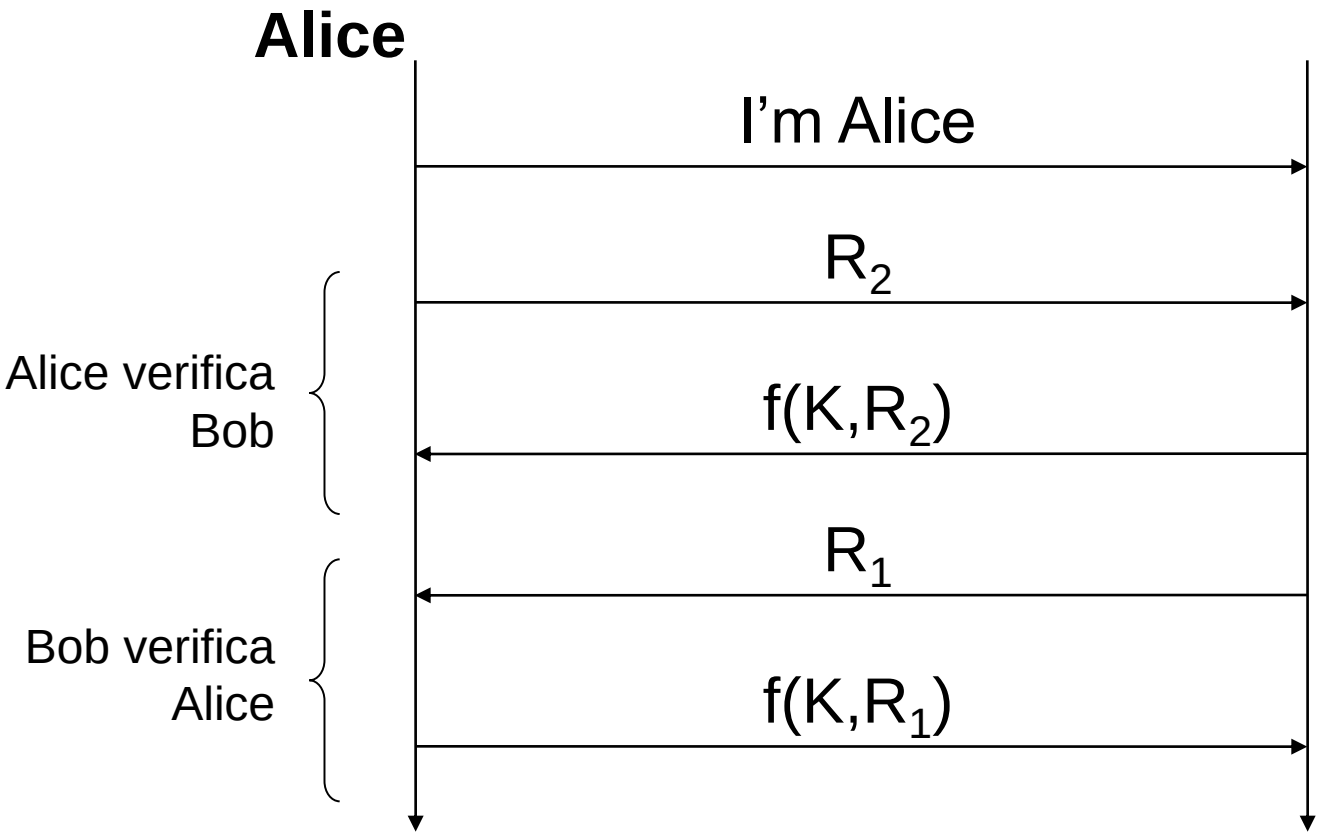



- vulnerabilità: come s2 ma chi legge il key db di B non può impersonare A

# autenticazione mutua con shared secret (ms1)

- per l'autenticazione mutua non basta avere due autenticazioni una dopo l'atra
- il seguente esempio è vulnerabile

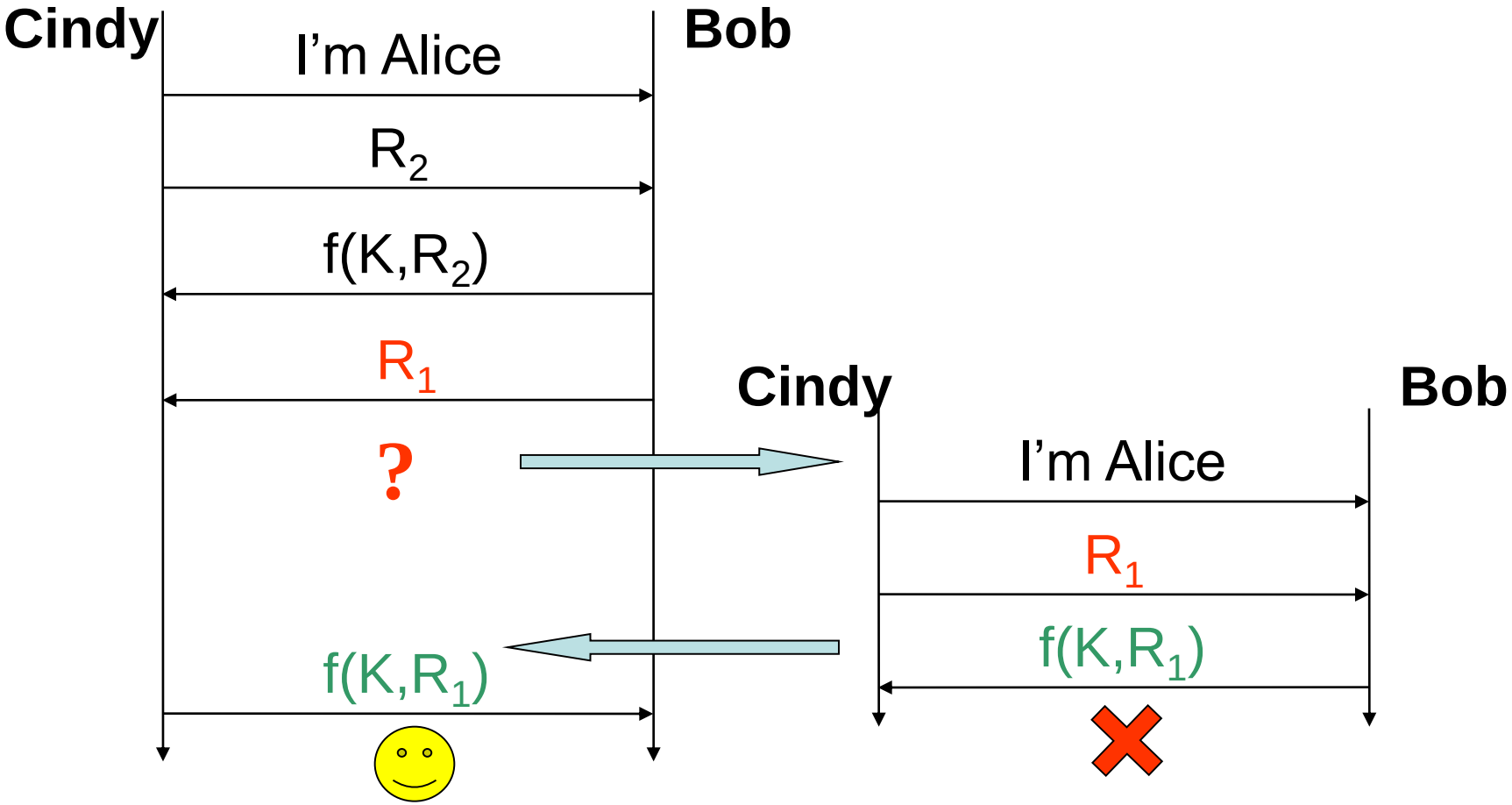
protocollo ms1



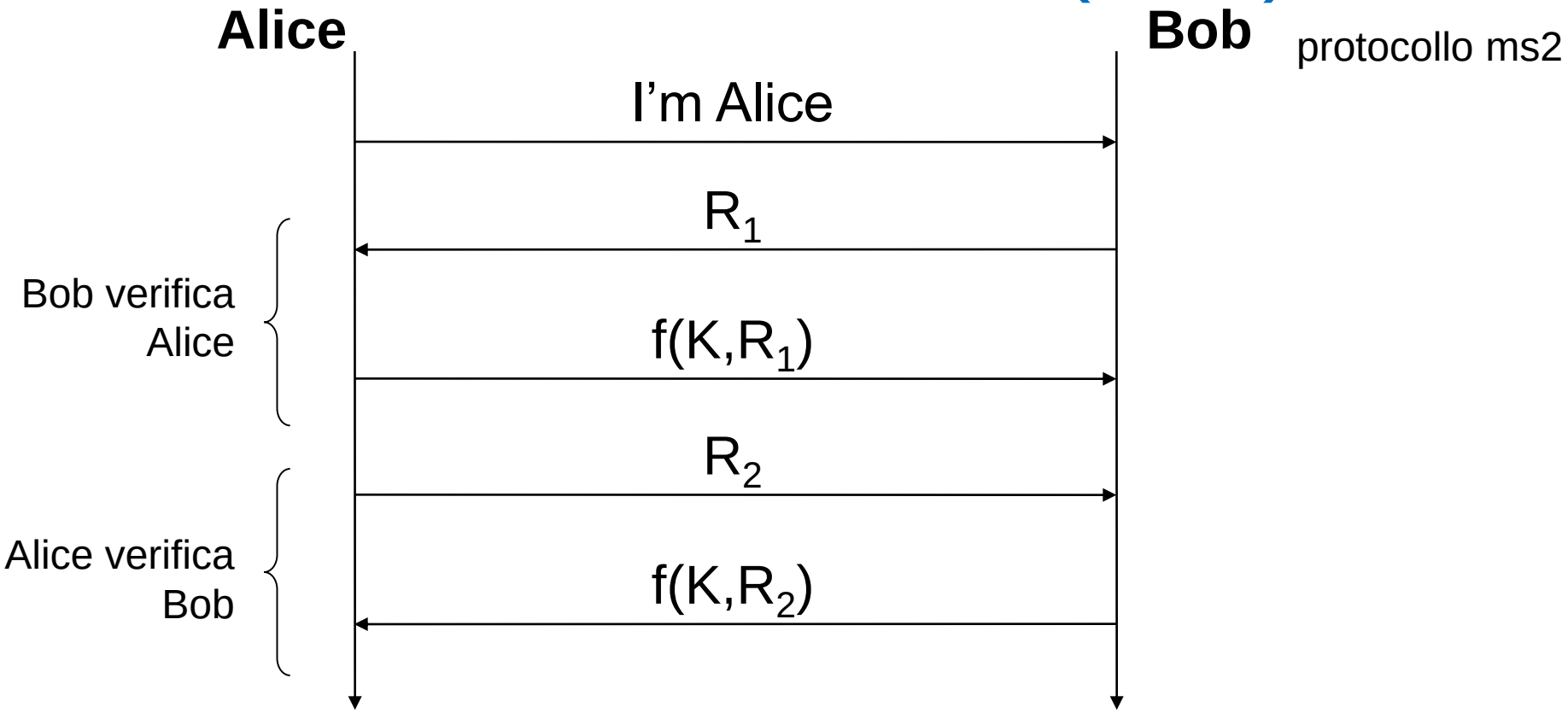

**nota: si potrebbe rendere più efficiente (con soli 3 messaggi)**

# reflection attack

- nel reflection attack Cindy può sfruttare il protocollo stesso (su un'altra sessione) per ottenere le informazioni per impersonare A



# autenticazione mutua con shared secret (ms2)




- Cindy può impersonare Alice con un reflection attack?
- Cindy può impersonare Bob?

# reflection attack: contromisura

- A e B non devono fare la stessa cosa
- es. usare chiavi differenti nei due versi
  - es. totalmente differenti
  - es. chiavi derivate
    - es. K e K+1
- es. usare challenge strutturalmente differenti
  - es. $R_1$ pari e $R_2$ dispari
  - es. concatenare il nome
    - es. Alice|$R_1$ e Bob|$R_2$
    - es. server|$R_1$ e client|$R_2$

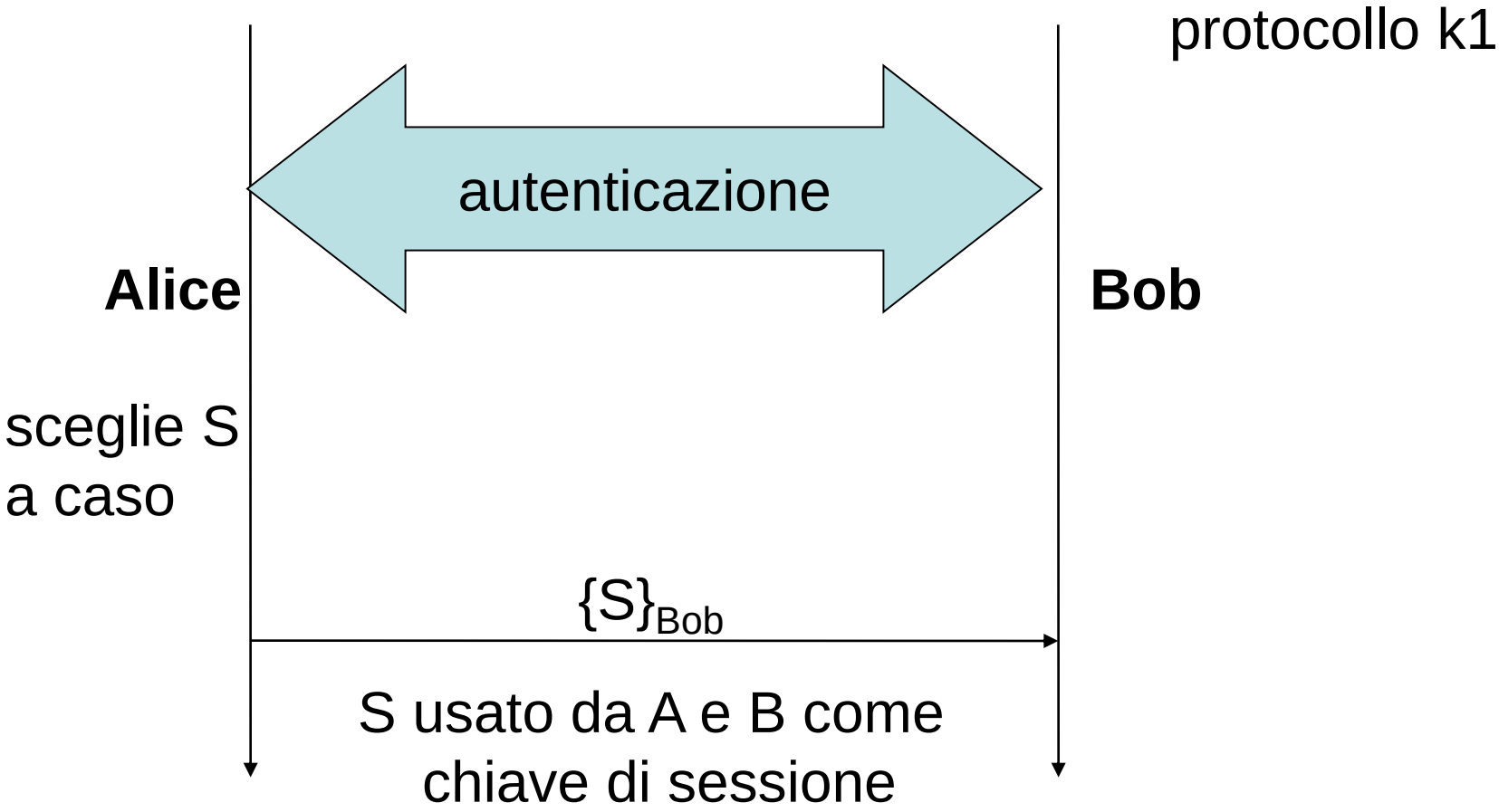
# cifratura dei dati

# chiavi di autenticazione e chiavi di sessione

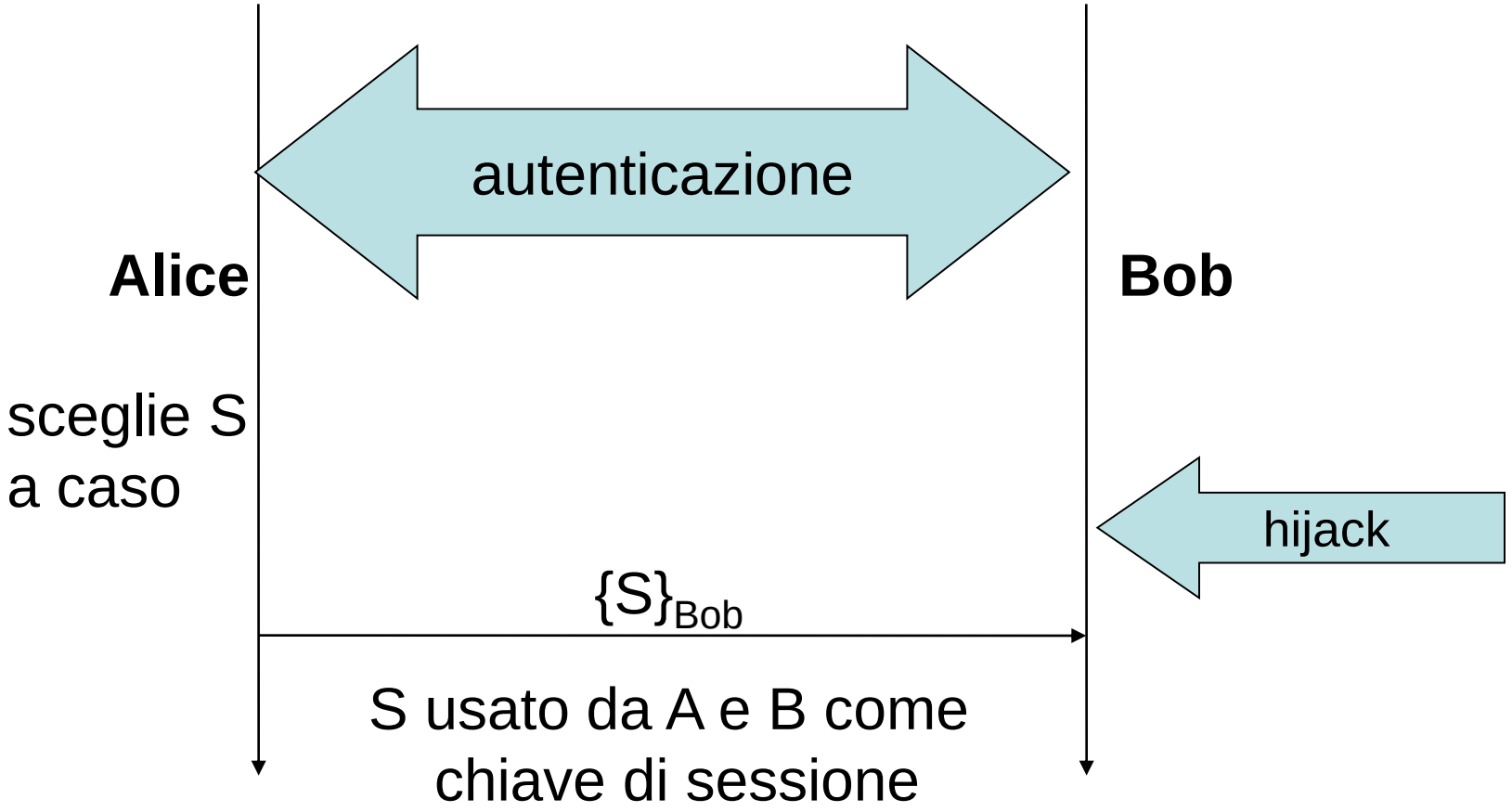
- la chiave simmetrica usata per la cifratura è detta *session key*
- la session key è bene che sia diversa dalla/e chiave/i usata/e per l'autenticazione
  - la/le chiave/i per l'autenticazione deve/devono durare nel tempo (***long term secret***)
  - la chiave di sessione si usa molto e "si deteriora" (***short term secret***)
- una buona session key deve essere
  - diversa per ciascuna sessione
  - non predicibile da un eavesdropper
    - deve essere derivata anche (ma non necessariamente solo) da un numero random

# autenticazione e sessione

- trova la vulnerabilità



# hijack




- nulla mi assicura che S sia stato generato da Alice

# scambio di chiave di sessione

- è necessario che ci sia la prova che la chiave di sessione provenga dallo stesso soggetto che è stato autenticato
- protocollo k2: come k1 ma la chiave è autenticata in qualche modo
  - $[\ \{S\}_{Bob}\ ]_{Alice}$ oppure K{S}
  - non vulnerabile ad hijacking
- oppure scambio di chiave nell'ambito dell'autenticazione
- se la sessione dura molto la chiave di sessione va cambiata periodicamente
  - le tecniche di crittoanalisi hanno bisogno di una certa quantità di ciphertext per trovare la chiave
  - la chiave va cambiata prima che si raggiunga una quantità di ciphertext che renda possibile l'attacco

# key rollover

- il cambiamento periodico della chiave di sessione è detto *key rollover*
  - la nuova chiave di sessione può essere negoziata come la prima (inefficiente) oppure calcolata
  - tipicamente tutte le chavi di sessione sono calcolate a partire da un “master secret” tramite la combinazione di vari possibili strumenti
    - contatori, shuffling, hash, crittografia, ecc
  - il master secret è tipicamente generato a partire da un numero pseudo-casuale (di qualità e quindi di generazione inefficiente) e da altri segreti a lungo termine
    - meglio se entrambe le parti concorrono alla creazione del master secret
  - il master secret è solitamente usato solo per generare le chiavi
    - la quantità pubblica di ciphertext prodotto cifrando con il master secret deve essere il minimo possibile (possibilmente niente)

# perfect forward secrecy e chiavi effimere

# intercettazioni legali (key escrow)

- supponi che per legge esista un repository “fidato” di tutte le chiavi private (key escrow)
- la magistratura può autorizzare una intercettazione e richiedere le corrispondenti chiavi private
- la tecnologia dovrebbe permettere alla magistratura di
  - decifrare le trasmissioni a partire dalla data di autorizzazione
  - impedire di decifrare trasmissioni precedenti alla data di autorizzazione (le autorizzazioni di intercettazione non sono retroattive)

# pubblicazione delle chiavi private

- dopo che le chiavi sono state usate possono essere pubblicate senza alterare la confidenzialità delle trasmissioni precedenti?
- la domanda è importante: considera i seguenti casi pratici
  - supponi che un eavesdropper **registri** una trasmissione e poi ottenga la/le chiavi di A, B o di entrambi, può risalire al contenuto della trasmissione?
  - tipicamente le chiavi hanno una **scadenza** dopo la quale vanno cambiate, alla scadenza le chiavi private sono pubblicabili?
  - key escrow: la magistratura può ottenere il contenuto di registrazioni precedenti all'autorizzazione?

# (perfect) forward secrecy (PFS)

- un protocollo si dice avere la proprietà PFS se non permette di decifrare una trasmissione registrata pur avendo i segreti a lungo termine (chiavi di autenticazione) a disposizione.
- analizza i protocolli precedenti rispetto a questa proprietà

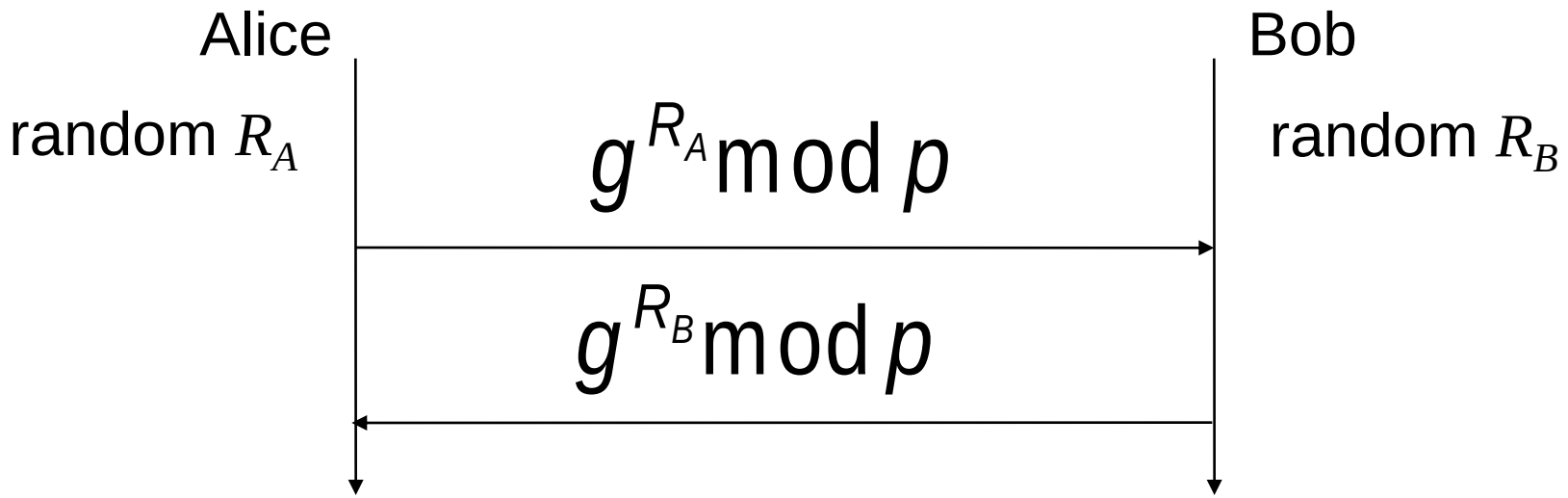
# chiavi effimere

- chiavi (RSA asimmetriche) effimere
  1. generate prima di ogni scambio di chiave di sessione
  2. scambiate (nella parte pubblica)
  3. usate per lo scambio di chiave di sessione
  4. dimenticate
- una chiave effimera esiste in memoria solo per una frazione di secondo e poi viene dimenticata
- la generazione di chiavi RSA è inefficiente
- si usa il protocollo di scambio Diffie-Hellman

# diffie-hellman

- è un protocollo di scambio di chiave di sessione che gode di PFS
- basato su
  - "il logaritmo mod $p$ in base $g$ è difficile da calcolare"
- $p$ e $g$ due numeri pubblicamente noti
  - devono avere delle proprietà particolari ma non ci interessano

# diffie-hellman




$$\left(g^{R_B}\right)^{R_A} = g^{R_A R_B} \bmod p \qquad \left(g^{R_A}\right)^{R_B} = g^{R_A R_B} \bmod p$$

- A è B prendono come chiave di sessione $g^{R_A R_B}$
- se i numeri random $R_A$ e $R_B$ sono dimenticati il protocollo gode di PFS