

Per questi esercizi è necessario PARI/GP.

1. Sia $p = 227$.
 - (a) Verificare che $\bar{a} = \bar{2}$ è una radice primitiva in \mathbf{Z}_p^* .
 - (b) Calcolare $\log_{\bar{a}} \bar{3}$, $\log_{\bar{a}} \bar{5}$, $\log_{\bar{a}} \bar{7}$, servendosi delle relazioni modulo p

$$2^{20} \equiv 3^2 \cdot 7, \quad 2^{57} \equiv 3 \cdot 5, \quad 2^{128} \equiv 3 \cdot 7^2.$$
 - (c) Calcolare $\log_{\bar{a}} \overline{100}$.
2. Sia $p = 47$. Determinare una radice primitiva $\bar{a} \in \mathbf{Z}_{47}^*$. Calcolare $\log_{\bar{a}} 11$.
3. Sia $p = 439$.
 - (a) Verificare che $\bar{a} = \overline{17}$ è la più piccola radice primitiva in \mathbf{Z}_p^* .
 - (b) Calcolare $\log_{\bar{a}} \overline{100}$.
4. Sia $p = 1061$.
 - (a) Determinare una radice primitiva \bar{a} di \mathbf{Z}_p^* ;
 - (b) Determinare $\log_{\bar{a}} \overline{101}$ con Baby-Step-Giant-Step, oppure con un mini calcolo dell'indice (aiutarsi con il file <http://www.mat.uniroma2.it/~geo2/TEN/relazioni.rtf>).
5. Sia $p = 1061$ e sia $E(\mathbf{Z}_p)$ la curva ellittica su \mathbf{Z}_p di equazione $Y^2 = X^3 + X + 582$.
 - (a) Verificare che la curva $E(\mathbf{Z}_p)$ ha ordine primo $\#E(\mathbf{Z}_p) = 1031$, e che i punti $A = [1013, 631]$ e $Q = [489, 315]$ appartengono a $E(\mathbf{Z}_p)$.
 - (b) Calcolare il logaritmo discreto di Q in base A .
6. Siano dati il numero primo $p = 1291799$ e la radice primitiva $\bar{a} = \overline{17}$ in \mathbf{Z}_p^* .
 - (a) Criptare il messaggio $m = 100$ col metodo El Gamal e spedirlo al signor Rossi, utente con chiavi pubbliche $(p, \bar{a}, E = 277353)$ e chiave segreta $D = 54865$.
 - (b) Decifrare il messaggio con la chiave segreta di Rossi: verificare che è effettivamente il messaggio originale.
 - (c) Una spia intercetta il messaggio criptato (c_1, c_2) diretto a Rossi e lo cambia in $(c_1, 3c_2)$. Cosa riceve Rossi?
7. Siano dati il numero primo $p = 41022299$ e la radice primitiva $\bar{a} = \bar{2}$ in \mathbf{Z}_p^* ed i tre utenti Bianchi, Rossi e Verdi, con chiavi segrete $m_R = 111$, $m_B = 222$ e $m_V = 333$.
 - (a) Qual è la chiave condivisa dopo il *Diffie-Hellman key exchange* fra Bianche e Rossi?
 - (b) Qual è la chiave condivisa dopo il *Diffie-Hellman key exchange* a tre fra Bianche, Rossi e Verdi?
8. Sia $p = 1291799$. Costruire una curva ellittica $E(\mathbf{Z}_p)$ su \mathbf{Z}_p di ordine primo ed un punto $A = [x, y] \in E(\mathbf{Z}_p)$ (automaticamente un generatore) (aiutarsi con il file <http://www.mat.uniroma2.it/~geo2/TEN/ECsearch.rtf>).
9. Trovate molti altri esercizi sul logaritmo discreto (con soluzione) nei testi d'esame degli anni passati.