

## Ejercicio 3

David García Curbelo

Dado tu número  $m = 4230659086792057869605292356791$  de la lista publicada:

**Apartado I. Calcula  $a^{m-1} \pmod{m}$  para los 5 primeros primos.** Aplicamos el algoritmo de exponenciación rápida de izquierda a derecha para obtener  $a^{m-1} \pmod{m}$  para cada uno de los 5 primeros primos. Para ello vemos primero que la representación binaria de nuestro  $m$  es  $110101011001011111111100101100110001110100011001000011101010100111011011111100110111100011010010110110_2$ , luego nuestro algoritmo tendrá 102 pasos para cada base, que es precisamente la cantidad de dígitos de dicha representación. Se pueden ver todas las iteraciones al final del presente documento.

- $2^{m-1} \equiv 1 \pmod{m}$
- $3^{m-1} \equiv 1 \pmod{m}$
- $5^{m-1} \equiv 1 \pmod{m}$
- $7^{m-1} \equiv 1 \pmod{m}$
- $11^{m-1} \equiv 1 \pmod{m}$

Estos resultados pueden obtenerse de la última iteración del algoritmo para cada una de las bases.

**Apartado II. Calcula el test de Solovay-Strassen para los 5 primeros primos.** Como hemos visto del apartado anterior, para cada una de las bases se cumple que  $a^{m-1} \equiv 1 \pmod{m}$ , luego para  $a = 2, 3, 5, 7, 11$  tenemos que  $m$  es un posible primo de Fermat. Comprobemos ahora si nuestro número  $m$  pasa el test de Euler. Para ello, calculamos el símbolo de Jacobi  $\left(\frac{a}{m}\right)$  para cada una de las bases y comprobamos que coincida con el valor de  $a^{(m-1)/2} \pmod{m}$ , que es precisamente la penúltima iteración del algoritmo realizado en el apartado anterior.

Notemos primero los dos siguientes puntos:

- $4230659086792057869605292356791 = 528832385849007233700661544599 \cdot 8 - 1$
- $4230659086792057869605292356791 = 1057664771698014467401323089197 \cdot 4 + 3$

Procedemos a continuación al cálculo del símbolo de Jacobi para cada una de las bases.

- $\left(\frac{2}{m}\right)$ . Como acabamos de ver,  $m \equiv -1 \pmod{8}$  y por tanto  $\left(\frac{2}{m}\right) = (-1)^{(m^2-1)/8} = 1$ .
- $\left(\frac{3}{m}\right)$ . Como vimos en el segundo punto anterior,  $m \equiv 3 \pmod{4}$  y tenemos así  $\left(\frac{3}{m}\right) = -\left(\frac{m}{3}\right)$ . Ahora vemos que  $m \equiv 1 \pmod{3}$ , luego tenemos  $\left(\frac{3}{m}\right) = -\left(\frac{m}{3}\right) = -\left(\frac{1}{3}\right) = -1$ .
- $\left(\frac{5}{m}\right)$ . Procedemos como en el anterior. Teniendo  $m \equiv 3 \pmod{4}$  obtenemos  $\left(\frac{5}{m}\right) = -\left(\frac{m}{5}\right)$ . Ahora vemos que  $m \equiv 1 \pmod{5}$ , luego tenemos  $\left(\frac{5}{m}\right) = -\left(\frac{m}{5}\right) = -\left(\frac{1}{5}\right) = 1$ .
- $\left(\frac{7}{m}\right)$ . Procedemos como en el anterior. Teniendo  $m \equiv 3 \pmod{4}$  obtenemos  $\left(\frac{7}{m}\right) = -\left(\frac{m}{7}\right)$ . Ahora vemos que  $m \equiv 1 \pmod{7}$ , luego tenemos  $\left(\frac{7}{m}\right) = -\left(\frac{m}{7}\right) = -\left(\frac{1}{7}\right) = -1$ .
- $\left(\frac{11}{m}\right)$ . Procedemos como en el anterior. Teniendo  $m \equiv 3 \pmod{4}$  obtenemos  $\left(\frac{11}{m}\right) = -\left(\frac{m}{11}\right)$ . Ahora vemos que  $m \equiv 1 \pmod{11}$ , luego tenemos  $\left(\frac{11}{m}\right) = -\left(\frac{m}{11}\right) = -\left(\frac{1}{11}\right) = -1$ .

Teniendo ya calculados el símbolo de Jacobi, procedemos a ver, para cada una de las bases, si nuestro número  $m$  pasa el test de Euler.

- $\left(\frac{2}{m}\right) = 1 \equiv 2^{(m-1)/2} \pmod{m} \Rightarrow a = 2$  cumple el test de Euler.
- $\left(\frac{3}{m}\right) = -1 \equiv 3^{(m-1)/2} \pmod{m} \Rightarrow a = 3$  cumple el test de Euler.
- $\left(\frac{5}{m}\right) = 1 \equiv 5^{(m-1)/2} \pmod{m} \Rightarrow a = 5$  cumple el test de Euler.
- $\left(\frac{7}{m}\right) = -1 \equiv 7^{(m-1)/2} \pmod{m} \Rightarrow a = 7$  cumple el test de Euler.
- $\left(\frac{11}{m}\right) = -1 \equiv 11^{(m-1)/2} \pmod{m} \Rightarrow a = 11$  cumple el test de Euler.

Donde el valor de  $a^{(m-1)/2} \pmod{m}$  lo hemos calculado con la penúltima iteración del algoritmo de exponenciación rápida para cada base. Con lo que tenemos que  $m$  es un posible primo de Euler para las bases 2, 3, 5, 7 y 11, y por tanto nuestro número  $m$  ha pasado el test de Solovay-Strassen para estas cinco bases.

**Apartado III. *Calcula el test de Miller-Rabin para esas 5 bases.*** Calculemos la a-sucesión para cada base. Vemos primero que  $m - 1 = 2 \cdot 2115329543396028934802646178395$ , luego nuestra a-sucesión tendrá sólo dos términos. Nos debemos fijar entonces en los dos últimos términos del algoritmo de exponenciación rápida para cada base.

- Veamos para la base 2.

$$2^{(m-1)} \equiv 1 \pmod{m}$$

$$2^{(m-1)/2} \equiv 1 \pmod{m}$$

- Veamos para la base 3.

$$3^{(m-1)} \equiv 1 \pmod{m}$$

$$3^{(m-1)/2} \equiv -1 \pmod{m}$$

- Veamos para la base 5.

$$5^{(m-1)} \equiv 1 \pmod{m}$$

$$5^{(m-1)/2} \equiv 1 \pmod{m}$$

- Veamos para la base 7.

$$7^{(m-1)} \equiv 1 \pmod{m}$$

$$7^{(m-1)/2} \equiv -1 \pmod{m}$$

- Veamos para la base 11.

$$11^{(m-1)} \equiv 1 \pmod{m}$$

$$11^{(m-1)/2} \equiv -1 \pmod{m}$$

Podemos observar que cada a-sucesión acaba en 1 y que todo 1 va precedido de un 1 o de un -1. Por lo tanto, podemos afirmar que nuestro número  $m$  ha pasado el test de Miller-Rabin para las bases 2, 3, 5, 7 y 11, y por tanto podemos decir que se trata de un pseudoprimo fuerte para dichas bases. Con esto además podemos afirmar que la probabilidad de que nuestro número  $m$  sea compuesto es de  $2^{-5} = 0.0009765625$ .

**Apartado IV. *¿Qué deduces sobre la primalidad de tu número?*** Hemos visto que nuestro número ha pasado el test de Solovay-Strassen para las 5 bases, al igual que el test de Miller-Rabin. Como acabamos de ver, la probabilidad de que  $m$  sea compuesto es muy baja, y por consiguiente la probabilidad de que  $m$  sea primo es considerablemente alta. Por tanto, podemos afirmar casi con seguridad de que  $m$  es un número primo. Para poder afirmarlo con total seguridad faltaría aplicarle algún test para obtener un certificado de primalidad.

# ANEXO

Iteración	Exponente	Acumulado
1	1	2
2	3	8
3	6	64
4	13	8192
5	26	67108864
6	53	9007199254740992
7	106	747115765557582173288450365035
8	213	2419020873220304765611067324567
9	427	2498820445502916924790319962002
10	854	2886940429263337608965983511379
11	1708	2138117632765646906972332659864
12	3417	1659976375693884007653902102115
13	6834	1385206434723863082993476719703
14	13669	1430905349083244707400299154908
15	27339	2380936437666939484566306691963
16	54679	1379828082377749653332258182337
17	109359	150760001771738786172279081920
18	218719	1939946388329210819973690811167
19	437439	2790763209855242831323619993831
20	874879	772273563462025427520125842551
21	1749759	2257505692135088547910532713055
22	3499519	2124782319351195938301875450659
23	6999038	2145679383522800735380920916448
24	13998076	167739198376285985955672127369
25	27996153	1493461689040956518268928332102
26	55992306	2392080951942328129469161118890
27	111984613	3781620435070346416389300565870
28	223969227	3436218090644677946563441281407
29	447938454	2813991821883778725413183071783
30	895876908	4095100992664818550323883837771
31	1791753817	1509992861904565583721708762390
32	3583507635	2377378210955321166576911602384
33	7167015270	1084226818551645802206659964722
34	14334030540	2589645384400382289129043526015
35	28668061080	2148728923609754460017212680286
36	57336122161	607017984991795633911218530158
37	114672244323	3663975331845887959456608694322
38	229344488647	3738861660877369462797973817375
39	458688977294	1773066242359383896356841093276
40	917377954589	1153940004767000506816790677391
41	1834755909178	1857752510424047940539253909048
42	3669511818356	1555119815734267569109765363044
43	7339023636712	2608421234097215769195895069875
44	14678047273425	486078549608119855076911909089
45	29356094546851	672583692364848317575997899094
46	58712189093702	1247340497104843429408896528045
47	117424378187404	3083826474344757925931477050757
48	234848756374809	656398318407889175869101609923
49	469697512749618	318211709982755531440145706130
50	939395025499236	1612123264750172091725004218584
51	1878790050998472	1061907397477281962031322903174

52	3757580101996944	3748253257414588826079374710248
53	7515160203993889	3817335788273297300343768860060
54	15030320407987779	3015394306543900150246026378950
55	30060640815975559	1807817554330511681671842159530
56	60121281631951118	2938164549882056650775295970186
57	120242563263902237	2337454955576340283268536351656
58	240485126527804474	2145658076281236046613656349467
59	480970253055608949	3624206522205682535386308418153
60	961940506111217898	2552373206812248282301532168096
61	1923881012222435797	2948830658295466435996386127806
62	3847762024444871594	1537921606242730685218492047159
63	7695524048889743188	3595490755061087832234269453301
64	15391048097779486377	2970648185954154183968180168545
65	30782096195558972755	2722463049197732574614096564190
66	61564192391117945511	3134405991710712164671834468354
67	123128384782235891022	509783556195759253861184872521
68	246256769564471782045	1730667111264796284076956911767
69	492513539128943564091	2956046026770941909065605679511
70	985027078257887128182	2718551384770971176696936880532
71	1970054156515774256365	4087890493385372420783822633809
72	3940108313031548512731	2178789009882640819418384761382
73	7880216626063097025463	351104269467441720549064814660
74	15760433252126194050927	4028722224880143216467146250116
75	31520866504252388101855	3531130771914021547204059998167
76	63041733008504776203711	3647095673429517789901916637565
77	126083466017009552407422	2593414197314977780809400533801
78	252166932034019104814844	2179829715649358595165309687973
79	504333864068038209629689	1765788122606060312680632098722
80	1008667728136076419259379	2667876170312893125970364735911
81	2017335456272152838518758	3555110453800608410775786626692
82	4034670912544305677037517	1725449953833266102150679039619
83	8069341825088611354075035	2223405204112317498382930850523
84	16138683650177222708150071	13777527401548987817216258561
85	32277367300354445416300143	1588303479439132012117863227002
86	64554734600708890832600286	3125497849968530433032323628161
87	129109469201417781665200572	259563526683800177381725262854
88	258218938402835563330401144	3845545397331150059202931480197
89	516437876805671126660802289	35062176744924501125373995033
90	1032875753611342253321604579	671182385656615556465808209857
91	2065751507222684506643209158	2080305956862436399259057426211
92	4131503014445369013286418317	865972295291128572404594317017
93	8263006028890738026572836634	3226861996916172601926316166781
94	16526012057781476053145673268	2927741771139060001610030229967
95	33052024115562952106291346537	3869591211417761022890899289164
96	66104048231125904212582693074	1160737685869851404959875224048
97	132208096462251808425165386149	426453307305876888567105470184
98	264416192924503616850330772299	2585959481627732439949719175794
99	528832385849007233700661544598	1683856373360660348093725112603
100	1057664771698014467401323089197	3310101697172269705536340098555
101	2115329543396028934802646178395	1
102	4230659086792057869605292356790	1

Iteración	Exponente	Acumulado
1	1	3
2	3	27
3	6	729
4	13	1594323
5	26	2541865828329
6	53	19383245667680019896796723
7	106	3481683452655504250177762575921
8	213	405478023871406632524901752253
9	427	1839569276990531342592714864127
10	854	3789909294974457824687295121016
11	1708	4097957399631667852850921659573
12	3417	2316698097909963803176050691314
13	6834	1725711982374380679057770269722
14	13669	1926507708991206869141615664639
15	27339	4049553602616652342115343967484
16	54679	2886303746570011047467833797645
17	109359	3829358027532018842169462657872
18	218719	807933597720800150402848711470
19	437439	1557726417573337423092593017812
20	874879	479447297196144927913217512477
21	1749759	1019577610309000452446298230686
22	3499519	2495847691752974522348873531955
23	6999038	1085245244961124562533917863861
24	13998076	3535809765012777497828547474675
25	27996153	1455456784659615534400241061912
26	55992306	4081395451877220224860311401821
27	111984613	878251352449368380796923662039
28	223969227	3046614233346073499536565568048
29	447938454	4018557523808433198828992512215
30	895876908	2818085893770888367734192638233
31	1791753817	92664216159788984776540256375
32	3583507635	1386825256690821703574422543616
33	7167015270	36826404415053466075889382484
34	14334030540	1765297728089055005886657254019
35	28668061080	4224832842384389220681984200972
36	57336122161	4004935165736742100786586079065
37	114672244323	521151658859676264891767250600
38	229344488647	1601422331315224864965825554067
39	458688977294	821786215452450739993672603558
40	917377954589	1197556612623872603692470799665
41	1834755909178	3638137821781710682634729930687
42	3669511818356	4162753641888034411645498880952
43	7339023636712	3892227089719961054787630882923
44	14678047273425	422382063358098143114575291211
45	29356094546851	184081671250161400654606197057
46	58712189093702	3508784986768226708926406862797
47	117424378187404	3497452679467130937693584899968
48	234848756374809	3462080266712746696116615179901
49	469697512749618	905958635787099180162128818262
50	939395025499236	1257246648931404691374017718344
51	1878790050998472	3505389412482437328555284386893

52	3757580101996944	1901066642487529222314194124575
53	7515160203993889	2001562582627668780769575276565
54	15030320407987779	3630380544397541216642451225385
55	30060640815975559	1858641085143089581473876856468
56	60121281631951118	2910229602183081328792615804902
57	120242563263902237	2994376517461851059883372454863
58	240485126527804474	673337272640009036602634173542
59	480970253055608949	3726418403440555277124733816861
60	961940506111217898	1672469361117399444352646158049
61	1923881012222435797	3146249085562683246101178930694
62	3847762024444871594	2230093697273830783463533151150
63	7695524048889743188	3202130233930950139713881428624
64	15391048097779486377	1334694501682788991111155863660
65	30782096195558972755	947843893800283572671223735860
66	61564192391117945511	531517857700604795185967650362
67	123128384782235891022	906725262409972594457128849619
68	246256769564471782045	1525010118541080876977257246551
69	492513539128943564091	2103378662044462071505354282047
70	985027078257887128182	1190940075505984541670822781587
71	1970054156515774256365	2210233342217367657515579654326
72	3940108313031548512731	2018383725129889145826650078798
73	7880216626063097025463	555525458315163147483879897205
74	15760433252126194050927	2251405972675006140231950575691
75	31520866504252388101855	2706159712691123595391928960399
76	63041733008504776203711	2879037089820923753250074264188
77	126083466017009552407422	2041374819478468569692304892367
78	252166932034019104814844	3156170410744899048253665444880
79	504333864068038209629689	2125006117335010691982928043388
80	1008667728136076419259379	375825033740228201672740589871
81	2017335456272152838518758	1673140818248390116080088860962
82	4034670912544305677037517	3358404497549895993936356566388
83	8069341825088611354075035	3663433607506716528095145099980
84	16138683650177222708150071	1414007227331346265908783237130
85	32277367300354445416300143	2691917195895493757293627466075
86	64554734600708890832600286	2997572533029499671752001104545
87	129109469201417781665200572	1484061866172480300969456318845
88	258218938402835563330401144	2060698470486820607010383915966
89	516437876805671126660802289	3680222968008028869711568081559
90	1032875753611342253321604579	3570305267689166308246016728379
91	2065751507222684506643209158	1851381640677370234223897553942
92	4131503014445369013286418317	3958567974474272491674162044344
93	8263006028890738026572836634	2165595071160103011610205500377
94	16526012057781476053145673268	1569562385373117322315824691312
95	33052024115562952106291346537	1811232723071108449369627165064
96	66104048231125904212582693074	973145551991932703749423137295
97	132208096462251808425165386149	2477142700017785568987757059881
98	264416192924503616850330772299	3854383734000354015381758419220
99	528832385849007233700661544598	1543655963673819381144713922353
100	1057664771698014467401323089197	3282182756144145498591740766281
101	2115329543396028934802646178395	4230659086792057869605292356790
102	4230659086792057869605292356790	



Iteración	Exponente	Acumulado
1	1	5
2	3	125
3	6	15625
4	13	1220703125
5	26	1490116119384765625
6	53	3520260156589024150714154200404
7	106	3103135099910803527331356839615
8	213	375222908677105941502333226835
9	427	2037013455977366111434503729045
10	854	3609183889131390712940631335531
11	1708	1328396293398594271268779348613
12	3417	2516102749857092099726600719029
13	6834	1542590455146439643011263823608
14	13669	4090410345436119608891995671029
15	27339	3040041098552151909061592164541
16	54679	376192454989158468920977989973
17	109359	1085134888667973492256652914926
18	218719	3258853380857732020569830067596
19	437439	25185476145512575024754886293
20	874879	3191946256220902251241063863194
21	1749759	1846675146038024048154307215643
22	3499519	663075823507504933300007434383
23	6999038	124421007123389114457525188054
24	13998076	3868807782024432081884561307070
25	27996153	3025946424128178276375210891425
26	55992306	579909695054666404524001161366
27	111984613	2843426981227098947732024242614
28	223969227	1090924411077686813367311758930
29	447938454	1067793261472529081816966853615
30	895876908	2239923181814875051979449001508
31	1791753817	2538002640035532711031923446035
32	3583507635	4136186543594729814090810399172
33	7167015270	2197968871354320275921051906346
34	14334030540	2856329374988767695942049805478
35	28668061080	644637291683666632552612287626
36	57336122161	3022669807424063995514241833905
37	114672244323	110973060246951923225898638220
38	229344488647	2218649884846951855086602798960
39	458688977294	3387994440016232890454620838343
40	917377954589	52901929444685389962033955473
41	1834755909178	304207526871414002647865851159
42	3669511818356	2680752999950788367166517582722
43	7339023636712	675185000312940601953229093493
44	14678047273425	2236010752143973242830669642936
45	29356094546851	610991647128375399069224287772
46	58712189093702	2949056105419235786794034110966
47	117424378187404	491140609383203550283670707929
48	234848756374809	3851106457879564972329326096719
49	469697512749618	165662001033549651446105007111514
50	939395025499236	522549836653508786383480457283
51	1878790050998472	792297685861585241115988564302

52	3757580101996944	2584149735900973050244992593600
53	7515160203993889	3213343662594457113716653681149
54	15030320407987779	539858974055142474533010841604
55	30060640815975559	1187684675897604307962025832687
56	60121281631951118	1868815639346133284103794786239
57	120242563263902237	2839618451511353030358766042700
58	240485126527804474	3441689324728882082979621338064
59	480970253055608949	960244896278991892105478899252
60	961940506111217898	1957328491612008073164471256213
61	1923881012222435797	1846754719556024965980172578614
62	3847762024444871594	3254716156033029088199612570719
63	7695524048889743188	3984255729959803396685982744140
64	15391048097779486377	690597684407231616393991615773
65	30782096195558972755	3528733123438390858347413881671
66	61564192391117945511	1644973083661215904070260592297
67	123128384782235891022	4214393111067563943340260273347
68	246256769564471782045	1980826024724049589059607020837
69	492513539128943564091	1261300262786905148440441330935
70	985027078257887128182	4081827662691470971457001485056
71	1970054156515774256365	751671078348785175286789080463
72	3940108313031548512731	1769024465042543164261518188097
73	7880216626063097025463	4131538806253651691588165885503
74	15760433252126194050927	1342971733625076728990494512367
75	31520866504252388101855	1997366900892937581678854450191
76	63041733008504776203711	1831637497009423698357605552030
77	126083466017009552407422	2630031640060877838663832223064
78	252166932034019104814844	2549726118874683594678599833809
79	504333864068038209629689	1738781106275678451036245500314
80	1008667728136076419259379	3443915645636331218459816478042
81	2017335456272152838518758	2543793527674883603415954622246
82	4034670912544305677037517	4118723843083477425465501999708
83	8069341825088611354075035	3116732350766041482060851188232
84	16138683650177222708150071	2870037464220783287001978649446
85	32277367300354445416300143	1508775361610749226185622532693
86	64554734600708890832600286	2590505319042218200959230988220
87	129109469201417781665200572	4209805336783250294579317897832
88	258218938402835563330401144	935141255483103873972778060212
89	516437876805671126660802289	922714058341367212601642733494
90	1032875753611342253321604579	424483264114692704433420222135
91	2065751507222684506643209158	3375623597682615530464162127483
92	4131503014445369013286418317	1503993707110928058729287605118
93	8263006028890738026572836634	4031241129431369013805002030228
94	16526012057781476053145673268	3593948590805948546920545698429
95	33052024115562952106291346537	88459994300481370831248801350
96	66104048231125904212582693074	3959658430788730975917601133795
97	132208096462251808425165386149	3471705015893551397778188709920
98	264416192924503616850330772299	1472804708436189353763477252508
99	528832385849007233700661544598	3844259627566549777650548620802
100	1057664771698014467401323089197	1781300321942228014590602150635
101	2115329543396028934802646178395	1
102	4230659086792057869605292356790	1

Iteración	Exponente	Acumulado
1	1	7
2	3	343
3	6	117649
4	13	96889010407
5	26	9387480337647754305649
6	53	1319970476154190853787711405465
7	106	2180726143753747345129917806288
8	213	834964358273207387474876067324
9	427	2481272925906169653060875856879
10	854	274638722560556370461868426015
11	1708	2286088260004110910239441727100
12	3417	1248504930254138865602096702606
13	6834	555391104694630248456959307553
14	13669	2721970836434561459593312989702
15	27339	2832825156863350458511276009059
16	54679	4086415160731672795932620119031
17	109359	165256229082566969748618566810
18	218719	1571076025410813640141586425251
19	437439	573440130688463896805615780188
20	874879	3676683395614721947570686523951
21	1749759	1956988219412741240923058843476
22	3499519	1797203243860296286946272611271
23	6999038	1983715107456036024704685688446
24	13998076	1476124771132935888077613236817
25	27996153	4090865450179912665108054435966
26	55992306	3457492759990499715330059566335
27	111984613	2005618907422793817925912867093
28	223969227	2994108283528515604239723132532
29	447938454	1860357708607440961057224008303
30	895876908	210947015457577774123311730942
31	1791753817	4207889191703517070996646492720
32	3583507635	2526468669051518065118538922520
33	7167015270	2954554336158839773645860029045
34	14334030540	3072073773297837670205293016042
35	28668061080	2132834677281589634930773150998
36	57336122161	3756584888407191395403249042043
37	114672244323	2359661035486148505784012034471
38	229344488647	1020720410328208935893440294884
39	458688977294	3140457092935463298018669049630
40	917377954589	3523381841349719493008235903939
41	1834755909178	2315213090044359849137163082196
42	3669511818356	1140711855044134638621980284152
43	7339023636712	1622763350118318009381413808161
44	14678047273425	1946164160548476736599033242201
45	29356094546851	3067447660405721987657827006226
46	58712189093702	978090832821737614043512936824
47	117424378187404	2347858366616062750322509252074
48	234848756374809	1362761354733312959622653969677
49	469697512749618	2965708299600321765831722518177
50	939395025499236	740175706417252807648298587876
51	1878790050998472	426686928072394702149393469437

52	3757580101996944	1145240768297155500206526945779
53	7515160203993889	65609520939472150894996583164
54	15030320407987779	773185749453051487863219279933
55	30060640815975559	66737164490489712276104538095
56	60121281631951118	1824363614795617302070685192899
57	120242563263902237	491085073984633851859091273128
58	240485126527804474	1518172808086970375871528036273
59	480970253055608949	1230875381320019601868723232386
60	961940506111217898	3225208322529326421818002416009
61	1923881012222435797	3916063211487694860966541090974
62	3847762024444871594	1771536144553219128803631849480
63	7695524048889743188	3584982504370401457686793399237
64	15391048097779486377	2993169021856256979103565509555
65	30782096195558972755	435301103900404373946894433695
66	61564192391117945511	2974115170702868153201591427933
67	123128384782235891022	2450412460313490216676341011264
68	246256769564471782045	305059299158022438691788109352
69	492513539128943564091	3218444652407806402124270976894
70	985027078257887128182	872300713451590160629800767318
71	1970054156515774256365	613929092712485257002525889898
72	3940108313031548512731	1074130892045525931237526477969
73	7880216626063097025463	3661547590431401970078879911619
74	15760433252126194050927	3831459156210619503538725920949
75	31520866504252388101855	248059396205528888293482688890
76	63041733008504776203711	3003099695201607974120757400489
77	126083466017009552407422	3533809395408969399033122207487
78	252166932034019104814844	879524322899283774802320306648
79	504333864068038209629689	1061967054993992428045711769820
80	1008667728136076419259379	2216046899951581479473266944967
81	2017335456272152838518758	2974338316350384881882971206956
82	4034670912544305677037517	2971472354731924516607879734935
83	8069341825088611354075035	2887521992881915773786371242181
84	16138683650177222708150071	1406664423527432795560654058049
85	32277367300354445416300143	2515690282785571443419553765670
86	64554734600708890832600286	1828075461813877436089865635827
87	129109469201417781665200572	680173949008449163056566427246
88	258218938402835563330401144	1716139462520844836203556742466
89	516437876805671126660802289	199597281951550759594389788159
90	1032875753611342253321604579	1164090615905943403011398772779
91	2065751507222684506643209158	2705241217027402278499520369144
92	4131503014445369013286418317	662655463283593265613364745658
93	8263006028890738026572836634	2230813233300646020620862905402
94	16526012057781476053145673268	1851862884502523966778800150609
95	33052024115562952106291346537	1893245551993200988910609470979
96	66104048231125904212582693074	3133584173718925903987902860714
97	132208096462251808425165386149	1532798733897851594678301863141
98	264416192924503616850330772299	140978039173530371371883556178
99	528832385849007233700661544598	1695778608448587013185866154798
100	1057664771698014467401323089197	3568022594057958168160515995651
101	2115329543396028934802646178395	4230659086792057869605292356790
102	4230659086792057869605292356790	

Iteración	Exponente	Acumulado
1	1	11
2	3	1331
3	6	1771561
4	13	34522712143931
5	26	1191817653772720942460132761
6	53	155190088334800257158676369649
7	106	867477661179670175138654089534
8	213	2230920806421958680456971816918
9	427	191126535020423009576528850491
10	854	537874782716931206261200783761
11	1708	2779593999822658479853097130745
12	3417	2530314096941067563500375443790
13	6834	1962893106294380365333508557997
14	13669	338201599968291396961438817657
15	27339	445337334292071207592467696073
16	54679	1961705688482003110689409826373
17	109359	1969205154632215427916984412377
18	218719	600241818057348490402775822982
19	437439	42843297435768996282313528747
20	874879	3192131838146663882363164630774
21	1749759	2019584798449704321242095862290
22	3499519	3581130552717203501845001946006
23	6999038	1515988213957708799817612101995
24	13998076	3785343415058148285201361409472
25	27996153	451214104763190636405450339442
26	55992306	4097440596906895222008195858156
27	111984613	312471274657454057311071523748
28	223969227	2287686637227586047445830500568
29	447938454	2229334559076358550717688138828
30	895876908	3224001811080260077673302765336
31	1791753817	2837044797346846269469894901146
32	3583507635	1048277850159301026151878432433
33	7167015270	3508775312744824256074580165595
34	14334030540	2841994679247137559299404975622
35	28668061080	465941465474320091500121278147
36	57336122161	1143480205578602486973072723247
37	114672244323	2845526140676804659486947903293
38	229344488647	3902010066197284061500900826299
39	458688977294	1952837486608255841736588791342
40	917377954589	3027811507306009276517832728394
41	1834755909178	2068920265680944097645164928312
42	3669511818356	1316980380983109080997720472034
43	7339023636712	424909098056869493586061090216
44	14678047273425	3533885048631939093709144823517
45	29356094546851	3658933106110474966510924631731
46	58712189093702	4018420565982781975082135828725
47	117424378187404	3207879254761082620220505592887
48	234848756374809	3360999982949575380046464611593
49	469697512749618	211772635815764831685391611289
50	939395025499236	2281589187630267017817916424950
51	1878790050998472	229149439984269426091595455663

52	3757580101996944	1171224488817559327072677927816
53	7515160203993889	556802954275786689267506364461
54	15030320407987779	3049396534171763028737103474455
55	30060640815975559	2125837333304068960065610678530
56	60121281631951118	1244024631170897666599233614620
57	120242563263902237	687769691407855885815265981400
58	240485126527804474	2040739904105463779419856700507
59	480970253055608949	1777232309570748412067041552051
60	961940506111217898	833897697055352457920390923038
61	1923881012222435797	2074109135141546021237839271476
62	3847762024444871594	2322955180264777394080605197600
63	7695524048889743188	3924378993055268070005218671816
64	15391048097779486377	2711420080685579027028415922828
65	30782096195558972755	3017660286418599801782951716191
66	61564192391117945511	641408659769501976256983833572
67	123128384782235891022	2525498751709481123733184369728
68	246256769564471782045	1506442519608073578772934526133
69	492513539128943564091	808802875459715745055890069530
70	985027078257887128182	1950307879586686079000765820941
71	1970054156515774256365	2077877158203821700094338012480
72	3940108313031548512731	913844846376903129220348425714
73	7880216626063097025463	2177906288414059366341641121899
74	15760433252126194050927	3404507371516186777516558205685
75	31520866504252388101855	2790824644952191249863417919379
76	63041733008504776203711	2761076772977580353151081062588
77	126083466017009552407422	2297263830629198654082441330272
78	252166932034019104814844	1245510694539064466849325103837
79	504333864068038209629689	1121434196154349951353327526036
80	1008667728136076419259379	3160234278671455287978754995097
81	2017335456272152838518758	4175312984647623504136820005606
82	4034670912544305677037517	1257225383336110612851939616473
83	8069341825088611354075035	939713697834760366143932742816
84	16138683650177222708150071	3264162209726836119074768351013
85	32277367300354445416300143	1977042240558455476214072143468
86	64554734600708890832600286	2487520147582621710107807454925
87	129109469201417781665200572	3962277231680433309685487377963
88	258218938402835563330401144	1428426467285460088976111958123
89	516437876805671126660802289	3146912031123304413246832713953
90	1032875753611342253321604579	1475327391497012116019680962824
91	2065751507222684506643209158	1666783453510696161338320520117
92	4131503014445369013286418317	1249221238623713292837748933571
93	8263006028890738026572836634	2307255305401093563876831964040
94	16526012057781476053145673268	2908317996787297061731506868173
95	33052024115562952106291346537	1339116170283741170704551052521
96	66104048231125904212582693074	720934832202890587497789935402
97	132208096462251808425165386149	2545620937074519655402697958659
98	264416192924503616850330772299	123909445841850413868504410873
99	528832385849007233700661544598	446686538817186662351602294620
100	1057664771698014467401323089197	3646761001398862596844016392103
101	2115329543396028934802646178395	4230659086792057869605292356790
102	4230659086792057869605292356790	