**NAME:** AKASH HALDER

**STREAM:** M.C.S.E.

**ROLL:** 002210502005

**SUBJECT:** ADVANCED ALGORITHMS

**CONTENTS**

|  |  |
| --- | --- |
| *Title* | *Page Number* |
| Problem Statement | 1 |
| Objective | 1 |
| Abstract | 1 |
| Setup | 1 |
| Pseudocode   * Exact Subset Sum * Trim * Approx-Subset-Sum | 2  2  2 |
| C++ Code | 3 |
| GNUPlot Code | 14 |
| Subsets Output for Exact and Approx Algorithms | 14 |
| Time needed for Subset Sum | 31 |
| GNUPlot Graph | 32 |
| Conclusion | 32 |

* **Problem Statement:**

Compare the running time of Exact-Subset-Sum Algorithm and Approx.-Subset-Sum Algorithm(Approximate Subset Sum Algorithm).

* **Objective:**

We wish to find a subset of {x1, x2, …, xn} whose sum is as large as possible but not larger than t.

Then we intend on finding the time taken to run the exact-subset-sum and approx.-subset-sum.

* **Abstract:**

An instance of the subset-sum problem is a pair (S, t), where S is a set {x1, x2, ..., xn} of positive integers and t is a positive integer. This decision problem asks whether there exists a subset of S that adds up exactly to the target value t. This problem is NP-complete

We present an exponential-time algorithm for this optimization problem and then show how to modify the algorithm so that it becomes a fully polynomial-time approximation scheme.

* **Setup:**

1. Operating System - Windows 10
2. Programming Language - C++, C
3. IDE – Visual Studio Code, gnuplot Terminal.
4. Compiler - C/C++ for Visual Studio Code, gnuplot 5.4.
5. RAM - 8GB
6. Processor - Intel(R) Core(TM) i5-8265U CPU @ 1.60GHz 1.80 GHz

1

* **Pseudocode:**

**Exact Subset Sum:**

EXACT-SUBSET-SUM(S, t)

1 n ← |S|

2 L0 ← 〈0〉

3 for i ← 1 to n

4 do Li ← MERGE-LISTS(Li-1, Li-1 + xi)

5 remove from Li every element that is greater than t

6 return the largest element in Ln

**Trim:**

TRIM(L, δ)

1 m ← |L|

2 L′ ← 〈y1〉

3 last ← y1

4 for i ← 2 to m

5 do if yi > last · (1 + δ) ▹ yi ≥ last because L is sorted

6 then append yi onto the end of L′

7 last ← yi

8 return L′

**Approx-Subset-Sum:**

APPROX-SUBSET-SUM(S, t, ∈)

1 n ← |S|

2 L0 ← 〈0〉

2

3 for i ← 1 to n

4 do Li ← MERGE-LISTS(Li-1, Li-1 + xi)

5 Li ← TRIM(Li, ∈/2n)

6 remove from Li every element that is greater than t

7 let z\* be the largest value in Ln

8 return z\*

* **C++ Code(*SubsetSum.cpp*):**

#include<bits/stdc++.h>

using namespace std::chrono;

using namespace std;

void generateRandom(vector<int> &v, int n)

{

for(int i = 0; i < n; i++)

{

int temp = rand() % 1000;

if(i != 0)

{

auto it = find(v.begin(), v.end(), temp);

while(it != v.end())

3

{

temp = rand();

it = find(v.begin(), v.end(), temp);

}

}

v.push\_back(temp);

}

}

void merge\_lists(vector<int> &l, int x)

{

int n = l.size();

for(int i = 0; i < n; i++)

{

int element = l[i] + x;

if(find(l.begin(), l.end(), element) == l.end())

l.push\_back(element);

}

sort(l.begin(), l.end());

}

4

void trim(vector<int> &l, float delta)

{

int m = l.size();

vector<int> l\_;

l\_ = {l[0]};

int last = l[0];

for(int i = 1; i < m; i++)

{

if(l[i] > last \* (1 + delta))

{

l\_.push\_back(l[i]);

last = l[i];

}

}

l.clear();

l = l\_;

}

int approx\_subset\_sum(vector<int> v, int target, float e, ofstream &f\_output)

{

5

int n = v.size();

vector<int> l;

l = {0};

cout << "Approx subset sum" << endl;

for(int i = 0; i < n; i++)

{

int x = v[i];

merge\_lists(l, x);

float delta = e / (float)(2 \* n);

trim(l, delta);

for(int j = l.size() - 1; j >= 0; j--)

{

if(l[j] > target)

l.pop\_back();

}

for(int j = 0; j < l.size(); j++)

{

cout << l[j] << " ";

f\_output << " " << l[j] << " ";

}

f\_output << endl;

cout << endl;

6

}

cout << l[l.size() - 1] << endl;

cout << endl << endl;

return l[l.size() - 1];

}

int exact\_subset\_sum(vector<int> v, int target, ofstream &f\_output)

{

int n = v.size();

vector<int> l;

l = {0};

cout << "Exact subset sum" << endl;

for(int i = 0; i < n; i++)

{

int x = v[i];

merge\_lists(l, x);

for(int j = l.size() - 1; j >= 0; j--)

{

if(l[j] > target)

l.pop\_back();

}

7

for(int j = 0; j < l.size(); j++)

{

cout << l[j] << " ";

f\_output << " " << l[j] << " ";

}

f\_output << endl;

cout << endl;

}

cout << l[l.size() - 1];

cout << endl << endl;

return l[l.size() - 1];

}

int main() {

// your code goes here

vector<int> v1, v2, v3, v4, v5;

v1 = {104, 102, 201, 101};

generateRandom(v2, 10);

generateRandom(v3, 20);

generateRandom(v4, 50);

generateRandom(v5, 100);

8

ofstream f\_output;

f\_output.open ("output.txt");

f\_output << " For Exact Subset Sum 1(for 4 elements):" << endl;

auto start1exact = high\_resolution\_clock::now();

int exact1 = exact\_subset\_sum(v1, 308, f\_output);

auto stop1exact = high\_resolution\_clock::now();

auto duration1exact = duration\_cast<microseconds>(stop1exact - start1exact);

f\_output << endl << endl << endl;

f\_output << " For Approx Subset Sum 1(for 4 elements):" << endl;

auto start1approx = high\_resolution\_clock::now();

int approx1 = approx\_subset\_sum(v1, 308, 0.40, f\_output);

auto stop1approx = high\_resolution\_clock::now();

auto duration1approx = duration\_cast<microseconds>(stop1approx - start1approx);

cout << "Exact time needed: " << (duration1exact.count() / 1000000.0) << " seconds" << endl;

cout << "Approx time needed: " << (duration1approx.count() / 1000000.0) << " seconds" << endl;

f\_output << endl << endl << endl << endl << endl << endl;

f\_output << " For Exact Subset Sum 2(for 10 elements):" << endl;

auto start2exact = high\_resolution\_clock::now();

int exact2 = exact\_subset\_sum(v2, rand() % 1000, f\_output);

9

auto stop2exact = high\_resolution\_clock::now();

auto duration2exact = duration\_cast<microseconds>(stop2exact - start2exact);

f\_output << endl << endl << endl;

f\_output << " For Approx Subset Sum 2(for 10 elements):" << endl;

auto start2approx = high\_resolution\_clock::now();

int approx2 = approx\_subset\_sum(v2, rand() % 1000, 0.90, f\_output);

auto stop2approx = high\_resolution\_clock::now();

auto duration2approx = duration\_cast<microseconds>(stop2approx - start2approx);

cout << "Exact time needed: " << (duration2exact.count() / 1000000.0) << " seconds" << endl;

cout << "Approx time needed: " << (duration2approx.count() / 1000000.0) << " seconds" << endl;

f\_output << endl << endl << endl << endl << endl << endl;

f\_output << " For Exact Subset Sum 3(for 20 elements):" << endl;

auto start3exact = high\_resolution\_clock::now();

int exact3 = exact\_subset\_sum(v3, rand() % 1000, f\_output);

auto stop3exact = high\_resolution\_clock::now();

auto duration3exact = duration\_cast<microseconds>(stop3exact - start3exact);

f\_output << endl << endl << endl;

f\_output << " For Approx Subset Sum 3(for 20 elements):" << endl;

auto start3approx = high\_resolution\_clock::now();

int approx3 = approx\_subset\_sum(v3, rand() % 1000, 0.90, f\_output);

10

auto stop3approx = high\_resolution\_clock::now();

auto duration3approx = duration\_cast<microseconds>(stop3approx - start3approx);

cout << "Exact time needed: " << (duration3exact.count() / 1000000.0) << " seconds" << endl;

cout << "Approx time needed: " << (duration3approx.count() / 1000000.0) << " seconds" << endl;

f\_output << endl << endl << endl << endl << endl << endl;

f\_output << " For Exact Subset Sum 4(for 50 elements):" << endl;

auto start4exact = high\_resolution\_clock::now();

int exact4 = exact\_subset\_sum(v4, rand() % 1000, f\_output);

auto stop4exact = high\_resolution\_clock::now();

auto duration4exact = duration\_cast<microseconds>(stop4exact - start4exact);

f\_output << endl << endl << endl;

f\_output << " For Approx Subset Sum 4(for 50 elements):" << endl;

auto start4approx = high\_resolution\_clock::now();

int approx4 = approx\_subset\_sum(v4, rand() % 1000, 0.90, f\_output);

auto stop4approx = high\_resolution\_clock::now();

auto duration4approx = duration\_cast<microseconds>(stop4approx - start4approx);

cout << "Exact time needed: " << (duration4exact.count() / 1000000.0) << " seconds" << endl;

cout << "Approx time needed: " << (duration4approx.count() / 1000000.0) << " seconds" << endl;

11

f\_output << endl << endl << endl << endl << endl << endl;

f\_output << " For Exact Subset Sum 5(for 100 elements):" << endl;

auto start5exact = high\_resolution\_clock::now();

int exact5 = exact\_subset\_sum(v5, rand() % 1000, f\_output);

auto stop5exact = high\_resolution\_clock::now();

auto duration5exact = duration\_cast<microseconds>(stop5exact - start5exact);

f\_output << endl << endl << endl;

f\_output << " For Approx Subset Sum 5(for 100 elements):" << endl;

auto start5approx = high\_resolution\_clock::now();

int approx5 = approx\_subset\_sum(v5, rand() % 1000, 0.90, f\_output);

auto stop5approx = high\_resolution\_clock::now();

auto duration5approx = duration\_cast<microseconds>(stop5approx - start5approx);

cout << "Exact time needed: " << (duration5exact.count() / 1000000.0) << " seconds" << endl;

cout << "Approx time needed: " << (duration5approx.count() / 1000000.0) << " seconds" << endl;

f\_output << endl << endl << endl << endl << endl << endl;

vector<float> y\_exact, y\_approx;

y\_exact = {(float)(duration1exact.count() / 1000000.0),

(float)(duration2exact.count() / 1000000.0),

(float)(duration3exact.count() / 1000000.0),

12

(float)(duration4exact.count() / 1000000.0),

(float)(duration5exact.count() / 1000000.0)};

y\_approx = {(float)(duration1approx.count() / 1000000.0),

(float)(duration2approx.count() / 1000000.0),

(float)(duration3approx.count() / 1000000.0),

(float)(duration4approx.count() / 1000000.0),

(float)(duration5approx.count() / 1000000.0)};

vector<int> x;

x = {4, 10, 20, 50, 100};

ofstream file;

file.open ("data.txt");

file << "# Dataset for exact times (index 0)\n# X Y\n";

for(int i = 0; i < 5; i++)

file << " " << x[i] << " " << y\_exact[i] << "\n";

file << "\n\n";

file << "# Dataset for approximate times (index 1)\n# X Y\n";

for(int i = 0; i < 5; i++)

file << " " << x[i] << " " << y\_approx[i] << "\n";

return 0;

}

13

* **GNUPlot Code(*gnuCode.txt*):**

set style line 1 \

linecolor rgb ''#dd181f ' \

linetype 1 linewidth 2 \

pointtype 7 pointsize 1.5

set style line 2 \

linecolor rgb #0060ad ' \

linetype 1 linewidth 2 \

pointtype 5 pointsize 1.5

set xlabel "Input Size"

set ylabel "Time(seconds)"

plot 'data.txt' index 0 title 'Exact Time' with linespoints linestyle 1, \

'' index 1 title 'Approx Time' with linespoints linestyle 2

* **Subsets Output for Exact and Approx Algorithms(*output.txt*):**

For Exact Subset Sum 1(for 4 elements):

0 104

0 102 104 206

0 102 104 201 206 303 305

0 101 102 104 201 203 205 206 302 303 305 307

For Approx Subset Sum 1(for 4 elements):

1. 104

14

0 102 206

0 102 201 303

0 101 201 302

For Exact Subset Sum 2(for 10 elements):

0 41

0 41

0 41

0 41

0 41

0 41

0 41

0 41

0 41

0 41

For Approx Subset Sum 2(for 10 elements):

0 41

0 41 467

0 41 334 375 467

0 41 334 375 467

0 41 169 210 334 375 467

0 41 169 210 334 375 467

1. 41 169 210 334 375 467

0 41 169 210 334 358 375 399 467

0 41 169 210 334 358 375 399 467

0 41 169 210 334 358 375 399 464

15

For Exact Subset Sum 3(for 20 elements):

0 705

0 145 705

0 145 281 426 705

0 145 281 426 705

0 145 281 426 705

0 145 281 426 491 636 705

0 145 281 426 491 636 705

0 145 281 426 491 636 705

0 145 281 426 491 636 705

0 145 281 391 426 491 536 636 672 705

0 145 281 391 426 491 536 604 636 672 705

0 145 281 391 426 491 536 604 636 672 705

0 145 153 281 298 391 426 434 491 536 544 579 604 636 644 672 689 705

0 145 153 281 292 298 391 426 434 437 445 491 536 544 573 579 590 604 636 644 672 683 689 705 718 726

0 145 153 281 292 298 382 391 426 434 437 445 491 527 535 536 544 573 579 590 604 636 644 663 672 674 680 683 689 705 718 726

0 145 153 281 292 298 382 391 421 426 434 437 445 491 527 535 536 544 566 573 574 579 590 604 636 644 663 672 674 680 683 689 702 705 713 718 719 726

0 145 153 281 292 298 382 391 421 426 434 437 445 491 527 535 536 544 566 573 574 579 590 604 636 644 663 672 674 680 683 689 702 705 713 716 718 719 726

0 145 153 281 292 298 382 391 421 426 434 437 445 491 527 535 536 544 566 573 574 579 590 604 636 644 663 672 674 680 683 689 702 705 713 716 718 719 726

0 145 153 281 292 298 382 391 421 426 434 437 445 491 527 535 536 544 566 573 574 579 590 604 636 644 663 672 674 680 683 689 702 705 713 716 718 719 726

0 145 153 281 292 298 382 391 421 426 434 437 445 447 491 527 535 536 544 566 573 574 579 590 592 600 604 636 644 663 672 674 680 683 689 702 705 713 716 718 719 726 728

For Approx Subset Sum 3(for 20 elements):

0 705

0 145 705 850

0 145 281 426 705 850

0 145 281 426 705 827 850

0 145 281 426 705 827 850

1. 145 281 426 491 636 705 772 827 850

16

0 145 281 426 491 636 705 772 827 850

0 145 281 426 491 636 705 772 827 850

0 145 281 426 491 636 705 772 827 850

0 145 281 391 426 491 536 636 672 705 772 817 850 882

0 145 281 391 426 491 536 604 636 672 705 749 772 817 850 882

0 145 281 391 426 491 536 604 636 672 705 749 772 817 850 882

0 145 153 281 298 391 426 491 536 579 604 636 672 689 705 749 772 817 850 882

0 145 153 281 292 391 426 437 491 536 573 590 604 636 672 689 705 749 772 817 850 871

0 145 153 281 292 382 391 426 437 491 527 573 590 604 636 663 689 705 749 772 808 850 871

0 145 153 281 292 382 391 421 437 491 527 566 590 604 636 663 689 705 749 772 803 847 871

0 145 153 281 292 382 391 421 437 491 527 566 590 604 636 663 689 705 749 772 803 847 869

0 145 153 281 292 382 391 421 437 491 527 566 590 604 636 663 689 705 749 772 803 847 869

0 145 153 281 292 382 391 421 437 491 527 566 590 604 636 663 689 705 749 772 803 847 869

0 145 153 281 292 382 391 421 437 447 491 527 566 590 604 636 663 689 705 728 749 772 803 829 868

For Exact Subset Sum 4(for 50 elements):

0

0

0 538

0 538

0 538

0 538

0 299 538

0 35 299 334 538 573

0 35 299 334 538 573

1. 35 299 334 538 573

.

.

.

17

0 35 37 40 72 75 77 106 112 141 143 146 176 178 181 183 213 216 218 247 253 264 282 284 287 288 290 293 299 301 304 316 319 322 323 324 325 328 330 333 334 336 339 341 351 353 356 357 359 360 362 363 365 368 370 371 373 374 376 388 391 393 394 396 397 399 400 405 407 408 410 411 422 428 429 431 434 436 439 440 442 445 446 447 457 459 462 463 464 465 466 468 469 471 474 475 476 477 479 480 481 482 483 486 492 494 497 498 499 500 501 503 504 505 506 509 511 512 514 515 516 517 518 521 523 529 532 534 535 537 538 540 541 546 547 548 549 551 552 554 557 558 563 564 566 569 570 572 573 575 576 577 578 580 581 582 583 584 586 587 588 589 592 594 597 598 600 601 603 604 606 607 609 610 612 613 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 626 627 629 632 634 635 637 638 639 640 641 644 645 646 647 648

0 35 37 40 72 75 77 106 112 141 143 146 176 178 181 183 213 216 218 247 253 264 282 284 287 288 290 293 299 301 304 316 319 322 323 324 325 328 330 333 334 336 339 341 351 353 356 357 359 360 362 363 365 368 370 371 373 374 376 388 391 393 394 396 397 399 400 405 407 408 410 411 422 428 429 431 434 436 439 440 442 445 446 447 457 459 462 463 464 465 466 468 469 471 474 475 476 477 479 480 481 482 483 486 492 494 497 498 499 500 501 503 504 505 506 509 511 512 514 515 516 517 518 521 523 529 532 534 535 537 538 540 541 546 547 548 549 551 552 554 557 558 563 564 566 569 570 572 573 575 576 577 578 580 581 582 583 584 586 587 588 589 592 594 597 598 600 601 603 604 606 607 609 610 612 613 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 626 627 629 632 634 635 637 638 639 640 641 644 645 646 647 648

0 35 37 40 72 75 77 106 112 141 143 146 176 178 181 183 213 216 218 247 253 264 282 284 287 288 290 293 299 301 304 316 319 322 323 324 325 328 330 333 334 336 339 341 351 353 356 357 359 360 362 363 365 368 370 371 373 374 376 388 391 393 394 396 397 399 400 405 407 408 410 411 422 428 429 431 434 436 439 440 442 445 446 447 457 459 462 463 464 465 466 468 469 471 474 475 476 477 479 480 481 482 483 486 492 494 497 498 499 500 501 503 504 505 506 509 511 512 513 514 515 516 517 518 521 523 529 532 534 535 537 538 540 541 546 547 548 549 551 552 553 554 557 558 563 564 566 569 570 572 573 575 576 577 578 580 581 582 583 584 586 587 588 589 592 594 597 598 600 601 603 604 606 607 609 610 612 613 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 626 627 629 632 634 635 637 638 639 640 641 644 645 646 647 648

0 35 37 40 72 75 77 106 112 141 143 146 176 178 181 183 213 216 218 247 253 264 282 284 287 288 290 293 299 301 304 316 319 322 323 324 325 328 330 333 334 336 339 341 350 351 353 356 357 359 360 362 363 365 368 370 371 373 374 376 385 387 388 390 391 393 394 396 397 399 400 405 407 408 410 411 422 425 427 428 429 431 434 436 439 440 442 445 446 447 456 457 459 462 463 464 465 466 468 469 471 474 475 476 477 479 480 481 482 483 486 491 492 493 494 496 497 498 499 500 501 503 504 505 506 509 511 512 513 514 515 516 517 518 521 523 526 528 529 531 532 533 534 535 537 538 540 541 546 547 548 549 551 552 553 554 557 558 563 564 566 568 569 570 572 573 575 576 577 578 580 581 582 583 584 586 587 588 589 592 594 597 598 600 601 603 604 606 607 609 610 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 626 627 629 632 634 635 637 638 639 640 641 643 644 645 646 647 648

1. 6 35 37 40 41 43 46 72 75 77 78 81 83 106 112 118 141 143 146 147 149 152 176 178 181 182 183 184 187 189 213 216 218 219 222 224 247 253 259 264 270 282 284 287 288 290 293 294 296 299 301 304 305 307 310 316 319 322 323 324 325 328 329 330 331 333 334 336 339 340 341 342 345 347 350 351 353 356 357 359 360 362 363 365 366 368 369 370 371 373 374 376 377 379 380 382 385 387 388 390 391 393 394 396 397 399 400 402 403 405 406 407 408 410 411 413 414 416 417 422 425 427 428 429 431 433 434 435 436 437 439 440 442 445 446 447 448 451 452 453 456 457 459 462 463 464 465 466 468 469 470 471 472 474 475 476 477 479 480 481 482 483 485 486 487 488 489 491 492 493 494 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 526 527 528 529 531 532 533 534 535 537 538 539 540 541 543 544 546 547 548 549 551 552 553 554 555 557 558 559 560 563 564 566 568 569 570 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 586 587 588 589 590 592 593 594 595 597 598 600 601 603 604 606 607 609 610 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 632 633 634 635 637 638 639 640 641 643 644 645 646 647 648

18

0 6 35 37 40 41 43 46 72 75 77 78 81 83 101 106 107 112 118 136 138 141 142 143 144 146 147 149 152 173 176 178 179 181 182 183 184 187 189 207 213 216 218 219 222 224 242 244 247 248 250 253 259 264 270 277 279 282 283 284 285 287 288 290 293 294 296 299 301 304 305 307 310 314 316 317 319 320 322 323 324 325 328 329 330 331 333 334 336 339 340 341 342 345 347 348 350 351 353 354 356 357 359 360 362 363 365 366 368 369 370 371 373 374 376 377 379 380 382 383 385 387 388 389 390 391 393 394 395 396 397 399 400 402 403 405 406 407 408 410 411 413 414 416 417 420 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 439 440 441 442 443 445 446 447 448 451 452 453 454 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 485 486 487 488 489 491 492 493 494 495

496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 543 544 546 547 548 549 551 552 553 554 555 557 558 559 560 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 586 587 588 589 590 592 593 594 595 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648

0 6 35 37 40 41 43 46 72 75 77 78 81 83 101 106 107 112 118 136 138 141 142 143 144 146 147 149 152 173 176 178 179 181 182 183 184 187 189 207 213 216 218 219 222 224 242 244 247 248 250 253 259 264 270 277 279 282 283 284 285 287 288 290 293 294 296 299 301 304 305 307 310 314 316 317 319 320 322 323 324 325 328 329 330 331 333 334 336 339 340 341 342 345 347 348 350 351 353 354 356 357 359 360 362 363 365 366 368 369 370 371 373 374 376 377 379 380 382 383 385 387 388 389 390 391 393 394 395 396 397 399 400 402 403 405 406 407 408 410 411 413 414 416 417 420 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 439 440 441 442 443 445 446 447 448 451 452 453 454 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 485 486 487 488 489 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 551 552 553 554 555 557 558 559 560 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 586 587 588 589 590 592 593 594 595 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648

1. 6 35 37 40 41 43 46 72 75 77 78 81 83 101 106 107 112 118 136 138 141 142 143 144 146 147 149 152 173 176 178 179 181 182 183 184 187 189 207 213 216 218 219 222 224 242 244 247 248 250 253 259 264 270 277 279 282 283 284 285 287 288 290 293 294 296 299 301 304 305 307 310 314 316 317 319 320 322 323 324 325 328 329 330 331 333 334 336 339 340 341 342 345 347 348 350 351 353 354 356 357 359 360 362 363 365 366 368 369 370 371 373 374 376 377 379 380 382 383 385 387 388 389 390 391 393 394 395 396 397 399 400 402 403 405 406 407 408 410 411 413 414 416 417 420 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 439 440 441 442 443 445 446 447 448 451 452 453 454 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 485 486 487 488 489 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 551 552 553 554 555 557 558 559 560 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648

19

0 6 35 37 40 41 43 46 72 75 77 78 81 83 101 106 107 112 118 136 138 141 142 143 144 146 147 149 152 173 176 178 179 181 182 183 184 187 189 207 213 216 218 219 222 224 242 244 247 248 250 253 259 264 270 277 279 282 283 284 285 287 288 290 293 294 296 299 301 304 305 307 310 314 316 317 319 320 322 323 324 325 328 329 330 331 333 334 336 339 340 341 342 345 347 348 350 351 353 354 356 357 359 360 362 363 365 366 368 369 370 371 373 374 376 377 379 380 382 383 385 387 388 389 390 391 393 394 395 396 397 399 400 402 403 405 406 407 408 410 411 413 414 416 417 420 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 439 440 441 442 443 445 446 447 448 451 452 453 454 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 485 486 487 488 489 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 551 552 553 554 555 557 558 559 560 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648

0 6 35 37 40 41 43 46 72 75 77 78 81 83 101 106 107 112 118 136 138 141 142 143 144 146 147 149 152 173 176 178 179 181 182 183 184 187 189 207 213 216 218 219 222 224 242 244 247 248 250 253 259 264 270 277 279 282 283 284 285 287 288 290 293 294 296 299 301 304 305 307 310 314 316 317 319 320 322 323 324 325 328 329 330 331 333 334 336 339 340 341 342 345 347 348 350 351 353 354 356 357 359 360 362 363 365 366 368 369 370 371 373 374 376 377 379 380 382 383 385 387 388 389 390 391 393 394 395 396 397 399 400 402 403 405 406 407 408 410 411 413 414 416 417 420 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 439 440 441 442 443 445 446 447 448 451 452 453 454 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 485 486 487 488 489 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 551 552 553 554 555 557 558 559 560 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648

For Approx Subset Sum 4(for 50 elements):

0

0

0

0

0

0

0 299

0 35 299 334

1. 35 299 334

20

0 35 299 334

.

.

.

0 35 37 40 72 75 77 106 112 141 143 146 176 178 181 183 213 216 218 247 253 264 282 287 293 299 304 316 319 322 325 328 333 336 341 351 356 362 368 373 388 394 405 410 422 428 434 439 445 457 462 468 474 479

0 35 37 40 72 75 77 106 112 141 143 146 176 178 181 183 213 216 218 247 253 264 282 287 293 299 304 316 319 322 325 328 333 336 341 351 356 362 368 373 388 394 405 410 422 428 434 439 445 457 462 468 474 479

0 35 37 40 72 75 77 106 112 141 143 146 176 178 181 183 213 216 218 247 253 264 282 287 293 299 304 316 319 322 325 328 333 336 341 351 356 362 368 373 388 394 405 410 422 428 434 439 445 457 462 468 474 479

0 35 37 40 72 75 77 106 112 141 143 146 176 178 181 183 213 216 218 247 253 264 282 287 293 299 304 316 319 322 325 328 333 336 341 350 356 362 368 373 385 390 394 405 410 422 427 434 439 445 456 462 468 474 479

0 6 35 37 40 41 43 46 72 75 77 78 81 83 106 112 118 141 143 146 149 152 176 178 181 183 187 189 213 216 218 222 224 247 253 259 264 270 282 287 293 299 304 310 316 319 322 325 328 331 334 339 347 356 362 368 373 379 385 390 394 400 405 410 416 422 427 433 439 445 451 456 462 468 474 479

0 6 35 37 40 41 43 46 72 75 77 78 81 83 101 106 107 112 118 136 138 141 143 146 149 152 173 176 178 181 183 187 189 207 213 216 218 222 224 242 247 250 253 259 264 270 277 282 287 290 293 299 304 310 314 317 322 325 328 331 334 339 347 354 360 365 371 379 383 388 394 400 405 410 416 420 426 432 439 445 451 456 462 468 474 479

0 6 35 37 40 41 43 46 72 75 77 78 81 83 101 106 107 112 118 136 138 141 143 146 149 152 173 176 178 181 183 187 189 207 213 216 218 222 224 242 247 250 253 259 264 270 277 282 287 290 293 299 304 310 314 317 322 325 328 331 334 339 347 354 360 365 371 379 383 388 393 399 405 410 416 420 426 430 434 439 445 451 456 462 468 474 479

0 6 35 37 40 41 43 46 72 75 77 78 81 83 101 106 107 112 118 136 138 141 143 146 149 152 173 176 178 181 183 187 189 207 213 216 218 222 224 242 247 250 253 259 264 270 277 282 287 290 293 299 304 310 314 317 322 325 328 331 334 339 347 354 360 365 371 379 383 388 393 399 405 410 416 420 426 430 434 439 445 451 456 462 468 474 479

0 6 35 37 40 41 43 46 72 75 77 78 81 83 101 106 107 112 118 136 138 141 143 146 149 152 173 176 178 181 183 187 189 207 213 216 218 222 224 242 247 250 253 259 264 270 277 282 287 290 293 299 304 310 314 317 322 325 328 331 334 339 347 354 360 365 371 379 383 388 393 399 405 410 416 420 426 430 434 439 445 451 456 462 468 474 479

0 6 35 37 40 41 43 46 72 75 77 78 81 83 101 106 107 112 118 136 138 141 143 146 149 152 173 176 178 181 183 187 189 207 213 216 218 222 224 242 247 250 253 259 264 270 277 282 287 290 293 299 304 310 314 317 322 325 328 331 334 339 347 354 360 365 371 379 383 388 393 399 405 410 416 420 426 430 434 439 445 451 456 462 468 474 479

21

For Exact Subset Sum 5(for 100 elements):

0 84

0 84

0 84 756

0 84 756

0 84 756

0 84 376 460 756

0 84 376 460 756

0 84 308 376 392 460 684 756 768

0 84 308 376 392 460 684 756 768

0 84 308 376 392 439 460 523 684 747 756 768

…….

0 7 20 21 27 28 30 31 37 38 41 48 50 51 52 57 58 59 61 62 68 69 71 72 73 78 79 80 81 82 83 84 88 89 90 91 92 93 97 98 99 100 102 103 104 105 107 109 110 111 112 113 114 115 117 118 119 120 121 122 123 124 125 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807

22

0 7 20 21 27 28 30 31 37 38 41 48 50 51 52 57 58 59 61 62 68 69 71 72 73 78 79 80 81 82 83 84 88 89 90 91 92 93 97 98 99 100 102 103 104 105 107 109 110 111 112 113 114 115 117 118 119 120 121 122 123 124 125 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807

0 7 20 21 27 28 30 31 37 38 41 48 50 51 52 57 58 59 61 62 68 69 71 72 73 78 79 80 81 82 83 84 88 89 90 91 92 93 97 98 99 100 102 103 104 105 107 109 110 111 112 113 114 115 117 118 119 120 121 122 123 124 125 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749   
  
 23  
 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807

0 7 20 21 27 28 30 31 37 38 41 48 50 51 52 57 58 59 61 62 68 69 71 72 73 78 79 80 81 82 83 84 88 89 90 91 92 93 97 98 99 100 102 103 104 105 107 109 110 111 112 113 114 115 117 118 119 120 121 122 123 124 125 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807

0 7 20 21 27 28 30 31 37 38 41 48 50 51 52 57 58 59 61 62 68 69 71 72 73 78 79 80 81 82 83 84 88 89 90 91 92 93 97 98 99 100 102 103 104 105 107 109 110 111 112 113 114 115 117 118 119 120 121 122 123 124 125 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671   
 24  
 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807

0 7 20 21 27 28 30 31 37 38 41 48 50 51 52 53 57 58 59 60 61 62 68 69 71 72 73 74 78 79 80 81 82 83 84 88 89 90 91 92 93 94 97 98 99 100 101 102 103 104 105 107 109 110 111 112 113 114 115 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807

0 7 20 21 27 28 30 31 37 38 41 48 50 51 52 53 57 58 59 60 61 62 68 69 71 72 73 74 78 79 80 81 82 83 84 88 89 90 91 92 93 94 97 98 99 100 101 102 103 104 105 107 109 110 111 112 113 114 115 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562   
 25  
  
563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807

0 7 20 21 27 28 30 31 37 38 41 48 50 51 52 53 57 58 59 60 61 62 68 69 71 72 73 74 78 79 80 81 82 83 84 88 89 90 91 92 93 94 97 98 99 100 101 102 103 104 105 107 109 110 111 112 113 114 115 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807

0 7 20 21 27 28 30 31 37 38 41 48 50 51 52 53 57 58 59 60 61 62 68 69 71 72 73 74 78 79 80 81 82 83 84 88 89 90 91 92 93 94 97 98 99 100 101 102 103 104 105 107 109 110 111 112 113 114 115 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484   
 26  
485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807

0 7 20 21 27 28 30 31 37 38 41 48 50 51 52 53 57 58 59 60 61 62 68 69 71 72 73 74 78 79 80 81 82 83 84 88 89 90 91 92 93 94 97 98 99 100 101 102 103 104 105 107 109 110 111 112 113 114 115 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807

For Approx Subset Sum 5(for 100 elements):

0 84

0 84

0 84

0 84   
  
 27

0 84

0 84 376

0 84 376

0 84 308 376 392

0 84 308 376 392

1. 84 308 376 392

.

.

.

0 7 20 21 27 28 30 31 37 38 41 48 50 51 52 57 58 59 61 62 68 69 71 72 73 78 79 80 81 82 83 84 88 89 90 91 92 93 97 98 99 100 102 103 104 105 107 109 110 111 112 113 114 115 117 118 119 120 121 122 123 124 125 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 225 227 229 231 233 235 237 239 241 243 245 247 249 251 253 255 257 259 261 263 265 267 269 271 273 275 277 279 281 283 285 287 289 291 294 296 298 300 302 304 306 308 310 312 314 316 318 320 322 324 326 328 330 332 334 336 338 340 342 344 346 348 350 352 354 356 358 360 362 364 366 368 370 372 374 376 378 380 382 384 386 388 390 392 394 396 398 400 402 404 406 408 410 412 414 416 418 420

0 7 20 21 27 28 30 31 37 38 41 48 50 51 52 57 58 59 61 62 68 69 71 72 73 78 79 80 81 82 83 84 88 89 90 91 92 93 97 98 99 100 102 103 104 105 107 109 110 111 112 113 114 115 117 118 119 120 121 122 123 124 125 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 225 227 229 231 233 235 237 239 241 243 245 247 249 251 253 255 257 259 261 263 265 267 269 271 273 275 277 279 281 283 285 287 289 291 294 296 298 300 302 304 306 308 310 312 314 316 318 320 322 324 326 328 330 332 334 336 338 340 342 344 346 348 350 352 354 356 358 360 362 364 366 368 370 372 374 376 378 380 382 384 386 388 390 392 394 396 398 400 402 404 406 408 410 412 414 416 418 420

0 7 20 21 27 28 30 31 37 38 41 48 50 51 52 57 58 59 61 62 68 69 71 72 73 78 79 80 81 82 83 84 88 89 90 91 92 93 97 98 99 100 102 103 104 105 107 109 110 111 112 113 114 115 117 118 119 120 121 122 123 124 125 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 225 227 229 231 233 235 237 239 241 243 245 247 249 251 253 255 257 259 261 263 265 267 269 271 273 275 277 279 281 283 285 287 289 291 294 296 298 300 302 304 306 308 310 312 314 316 318 320 322 324 326 328 330 332 334 336 338 340 342 344 346 348 350 352 354 356 358 360 362 364 366 368 370 372 374 376 378 380 382 384 386 388 390 392 394 396 398 400 402 404 406 408 410 412 414 416 418 420

0 7 20 21 27 28 30 31 37 38 41 48 50 51 52 57 58 59 61 62 68 69 71 72 73 78 79 80 81 82 83 84 88 89 90 91 92 93 97 98 99 100 102 103 104 105 107 109 110 111 112 113 114 115 117 118 119 120 121 122 123 124 125 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 225 227 229 231 233 235   
  
 28  
237 239 241 243 245 247 249 251 253 255 257 259 261 263 265 267 269 271 273 275 277 279 281 283 285 287 289 291 294 296 298 300 302 304 306 308 310 312 314 316 318 320 322 324 326 328 330 332 334 336 338 340 342 344 346 348 350 352 354 356 358 360 362 364 366 368 370 372 374 376 378 380 382 384 386 388 390 392 394 396 398 400 402 404 406 408 410 412 414 416 418 420

0 7 20 21 27 28 30 31 37 38 41 48 50 51 52 57 58 59 61 62 68 69 71 72 73 78 79 80 81 82 83 84 88 89 90 91 92 93 97 98 99 100 102 103 104 105 107 109 110 111 112 113 114 115 117 118 119 120 121 122 123 124 125 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 225 227 229 231 233 235 237 239 241 243 245 247 249 251 253 255 257 259 261 263 265 267 269 271 273 275 277 279 281 283 285 287 289 291 294 296 298 300 302 304 306 308 310 312 314 316 318 320 322 324 326 328 330 332 334 336 338 340 342 344 346 348 350 352 354 356 358 360 362 364 366 368 370 372 374 376 378 380 382 384 386 388 390 392 394 396 398 400 402 404 406 408 410 412 414 416 418 420

0 7 20 21 27 28 30 31 37 38 41 48 50 51 52 53 57 58 59 60 61 62 68 69 71 72 73 74 78 79 80 81 82 83 84 88 89 90 91 92 93 94 97 98 99 100 101 102 103 104 105 107 109 110 111 112 113 114 115 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 225 227 229 231 233 235 237 239 241 243 245 247 249 251 253 255 257 259 261 263 265 267 269 271 273 275 277 279 281 283 285 287 289 291 294 296 298 300 302 304 306 308 310 312 314 316 318 320 322 324 326 328 330 332 334 336 338 340 342 344 346 348 350 352 354 356 358 360 362 364 366 368 370 372 374 376 378 380 382 384 386 388 390 392 394 396 398 400 402 404 406 408 410 412 414 416 418 420

0 7 20 21 27 28 30 31 37 38 41 48 50 51 52 53 57 58 59 60 61 62 68 69 71 72 73 74 78 79 80 81 82 83 84 88 89 90 91 92 93 94 97 98 99 100 101 102 103 104 105 107 109 110 111 112 113 114 115 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 225 227 229 231 233 235 237 239 241 243 245 247 249 251 253 255 257 259 261 263 265 267 269 271 273 275 277 279 281 283 285 287 289 291 294 296 298 300 302 304 306 308 310 312 314 316 318 320 322 324 326 328 330 332 334 336 338 340 342 344 346 348 350 352 354 356 358 360 362 364 366 368 370 372 374 376 378 380 382 384 386 388 390 392 394 396 398 400 402 404 406 408 410 412 414 416 418 420

0 7 20 21 27 28 30 31 37 38 41 48 50 51 52 53 57 58 59 60 61 62 68 69 71 72 73 74 78 79 80 81 82 83 84 88 89 90 91 92 93 94 97 98 99 100 101 102 103 104 105 107 109 110 111 112 113 114 115 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 225 227 229 231 233 235 237 239 241 243 245 247 249 251 253 255 257 259 261 263 265 267 269 271 273 275 277 279 281 283 285 287 289 291 294 296 298 300 302 304 306 308 310 312 314 316 318 320 322 324 326 328 330 332 334 336 338 340 342 344 346 348 350 352 354 356 358 360 362 364 366 368 370 372 374 376 378 380 382 384 386 388 390 392 394 396 398 400 402 404 406 408 410 412 414 416 418 420

0 7 20 21 27 28 30 31 37 38 41 48 50 51 52 53 57 58 59 60 61 62 68 69 71 72 73 74 78 79 80 81 82 83 84 88 89 90 91 92 93 94 97 98 99 100 101 102 103 104 105 107 109 110 111 112 113 114 115 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 225 227 229 231 233 235 237 239 241 243 245 247 249 251 253 255 257 259 261 263 265 267 269 271 273 275 277 279 281 283 285 287 289 291 294 296 298 300 302 304 306 308 310 312 314 316 318 320 322 324 326 328 330   
 29  
332 334 336 338 340 342 344 346 348 350 352 354 356 358 360 362 364 366 368 370 372 374 376 378 380 382 384 386 388 390 392 394 396 398 400 402 404 406 408 410 412 414 416 418 420

0 7 20 21 27 28 30 31 37 38 41 48 50 51 52 53 57 58 59 60 61 62 68 69 71 72 73 74 78 79 80 81 82 83 84 88 89 90 91 92 93 94 97 98 99 100 101 102 103 104 105 107 109 110 111 112 113 114 115 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 225 227 229 231 233 235 237 239 241 243 245 247 249 251 253 255 257 259 261 263 265 267 269 271 273 275 277 279 281 283 285 287 289 291 294 296 298 300 302 304 306 308 310 312 314 316 318 320 322 324 326 328 330 332 334 336 338 340 342 344 346 348 350 352 354 356 358 360 362 364 366 368 370 372 374 376 378 380 382 384 386 388 390 392 394 396 398 400 402 404 406 408 410 412 414 416 418 420

* **Time needed for Subset Sum(*data.txt*):**

# Dataset for exact times (index 0)

# X Y

4 0.01861

10 0.003011

20 0.031768

50 0.617803

100 6.02515

# Dataset for approximate times (index 1)

# X Y

4 0.003383

10 0.007334

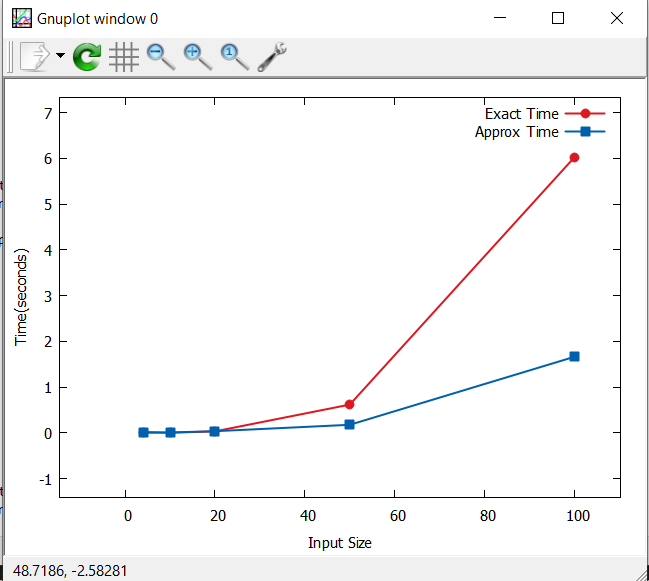
20 0.036804

50 0.176289

100 1.66304

30

* **GNUPlot Graph:**



31

* **Conclusion:**

Here, we have generated random numbers lesser than 1000. The target is also a random number lesser than 1000(We have considered 1000 to be a threshold as it is a NP Complete problem). We have also set the epsilon value to be 0.9 for the input sizes {10, 20, 50, 100}. We are rendering 2 outputs in the form of text files:

1. The list of all subsets generated in the intermediate steps of exact subset sum and approx. subset sum (*output.txt*).
2. The time needed for exact subset sum and approx. subset sum to run for {4, 10, 20, 50, 100} elements (*data.txt*).

We have created the *output.txt* file as the entire output of all the subset sums won’t fit in the terminal. The data.txt file generated is then fed to gnuplot, using which we will be getting 2 line graphs, one for exact sum and one for approx. subset sum.

It is seen that for all cases that the Approx.-Subset-Sum runs in lesser time compared to Exact-Subset-Sum. This is because of the introduction of the *Trim* function which causes a substantial reduction of the set size. The Approx.-Subset-Sum is a fully polynomial-time approximation scheme for the subset-sum problem.

We must note here, that the exact amount of time taken to run both exact and approx. subset sum varies from one system to another for similar input sizes and is dependent on the organization and architecture of the system.

* **Github Link:**

<https://github.com/akalder/SubsetSum>

32