



## مرحله سوم سی و چهارمین دوره المپیاد کامپیوتر تیر ۱۴۰۳

### سند اطلاعات

قبولی‌تان در مرحله دوم المپیاد کامپیوتر و ورودتان به مرحله سوم را تبریک می‌گوییم و به آزمون «جذاب» مرحله سوم خوش آمدید! این مرحله به منظور ارزیابی توانایی حل مسئله دانش‌پژوهان با بهره‌گیری از کامپیوتر است.

در این سند اطلاعاتی نظیر قوانین جلسه آزمون، نحوه کار با سیستم‌ها و سیستم داوری، و همچنین نکات اولیه برنامه‌نویسی که در طول آزمون به آن نیاز خواهید داشت بیان شده‌است. توصیه می‌شود قبل از شروع آزمون این سند را به طور کامل مطالعه نمایید چرا که بسیاری از سؤالات احتمالی شما در این سند پاسخ داده خواهد شد.

### ۱ سیستم داوری

داوری آزمون مرحله سوم به صورت خودکار صورت می‌گیرد. همه سؤالات به صورت خروجی محور<sup>۱</sup> سنجیده می‌شود. این به این معناست که به ازای هر سؤال تعدادی زیرمسئله در اختیارتان قرار داده شده‌است و به ازای هر زیرمسئله تنها باید یک فایل خروجی در سیستم داوری آپلود کنید.

از ارسال هر گونه کد به هر زبانی خودداری کنید و صرفاً یک فایل نوشتاری حاوی جواب آن زیرمسئله خودتان را ارسال کنید. حتی اگر کدتان درست باشد هم با ارسال آن نمره‌ای به شما تعلق نخواهد گرفت. از این رو، به ازای هر مسئله، باید کدی نوشته و کامپایل و روی ورودی‌های مربوطه اجرا کنید. سپس یک فایل خروجی نوشتاری از کد بگیرید یا صرفاً خروجی کد را در فایلی کپی کرده و برای سیستم داوری ارسال نمایید.

به ازای هر یک از شرکت‌کنندگان یک عدد صحیح اول تحت عنوان دلتا<sup>۲</sup> ( $\Delta$ ) اختصاص داده شده و از شما در هر سؤال خواسته شده تا خروجی‌تان را با توجه به دلتای مربوط به خودتان به دست بیاورید. برای مثال، در بسیاری از سؤالات که خروجی‌شان یک عدد است، خروجی را باید به پیمانه  $\Delta$  خروجی دهید. برای دیدن دلتای خود به بخش Overview سامانه داوری مراجعه کنید و عدد خود را کپی کنید و در جایی به ازای همه سؤالات داشته باشید.

سیستم داوری‌ای که در پیش روی‌تان قرار می‌گیرد حاوی تعدادی سؤال است. هر سؤال یک بخش مربوط به ارسال‌ها<sup>۳</sup> و یک بخش حاوی صورت سؤالات<sup>۴</sup> است. در بخش صورت سؤال می‌توانید نسخه الکترونیکی سؤال مربوطه‌تان را ببینید و در بخش submissions می‌توانید جواب خود را به ازای هر زیرمسئله ارسال کنید و از نتیجه آن با خبر شوید.

یک نکته حائز اهمیت محدودیت تعداد ارسال است. توجه کنید که در کل به ازای هر سؤال می‌توانید حداکثر ۵۰ ارسال انجام دهید و بین هر دو ارسال متوالی باید حداقل ۱۰ ثانیه صبر کنید. از این جهت از ارسال فایل‌های تکراری که مطمئن هستید غلط هستند خودداری نمایید.

### ۲ کار با فایل

در سؤال‌های مرحله سوم المپیاد ممکن است لازم داشته باشید تا فایل‌هایی که در اختیارتان قرار گرفته است را بخوانید یا در فایل‌هایی بنویسید. برای انجام این کار در زبان ++C می‌توانید از دستور freopen یا ifstream و ofstream استفاده کنید. ساده‌ترین نحوه

Output Only<sup>۱</sup>  
Delta<sup>۲</sup>  
submissions<sup>۳</sup>  
Statement<sup>۴</sup>

استفاده از `freopen` به صورت زیر است:

```
For reading: freopen("input_filename", "r", stdin);
For writing: freopen("output_filename", "w", stdout);
```

با زدن دستورات بالا، از این به بعد در صورت استفاده از دستور `cin` ورودی از فایل خوانده می‌شود و در صورت استفاده از دستور `cout` خروجی در فایل نوشته می‌شود. مطمئن شوید که اسم فایل ورودی یا خروجی دقیقاً مطابقت داشته باشد (یعنی فرمت فایل فراموش نشود).

روش دیگری نیز برای ورودی یا خروجی با فایل مبتنی بر `ifstream` و `ofstream` وجود دارد که به شما قابلیت ورودی گرفتن از چند فایل یا خروجی دادن در چند فایل را نیز می‌دهد. ساده‌ترین نحوه استفاده آن به صورت زیر است:

```
For reading: ifstream custom_stream_name("input_filename");
For writing: ofstream custom_stream_name("output_filename");
```

با مشخص کردن نام `custom_stream_name` می‌توانید از آن برای ورودی یا خروجی دقیقاً مشابه `cin` یا `cout` استفاده نمایید. برای مثال، کد زیر یک جدول  $n \times m$  کاراکتر از ورودی در فایل `input.txt` می‌گیرد و تعداد `#` های آن را شمرده و در `output.txt` قرار می‌دهد.

```
#include <iostream>
using namespace std;
const int maxn = 20;

char c[maxn][maxn];

int main() {
    freopen("input.txt", "r", stdin);
    freopen("output.txt", "w", stdout);
    int n, m, ans = 0;
    cin >> n >> m;
    for (int i = 0; i < n; i++)
        for (int j = 0; j < m; j++) {
            cin >> c[i][j];
            if (c[i][j] == '#')
                ans++;
        }
    cout << ans << endl;
}
```

کد زیر نیز دو آرایه هم طول از دو ورودی `input1.txt` و `input2.txt` می‌گیرد و اختلاف هر عضو متناظر دو آرایه را حساب کرده و در خروجی قرار می‌دهد:

```
#include <iostream>
#include <fstream>
using namespace std;

const int maxn = 20;
int a[maxn], b[maxn];
```

```
int main() {
    ifstream fin1("input1.txt");
    ifstream fin2("input2.txt");
    int n;
    fin1 >> n;
    fin2 >> n;
    for (int i = 0; i < n; i++) {
        fin1 >> a[i];
        fin2 >> b[i];
    }
    ofstream fout("output.txt");
    for (int i = 0; i < n; i++) {
        fout << a[i] - b[i] << ' ';
    }
    fout << endl;
}
```

**نکات کار با فایل در ویندوز:** در بسیاری از نسخه‌های ویندوز فرمت فایل‌ها قابل دیدن نیست و برای مثال اگر فایلی تحت عنوان "a.txt" تعریف کنید ممکن است به صورت "a.txt.txt" ذخیره شود. این موضوع هنگامی که قرار است اسم فایل‌ها دقیقاً مطابق با خود فایل باشد ممکن است مشکل‌ساز شود. اطمینان حاصل کنید که فایل اجرایی یا همان کدتان در همان فولدری باشد که فایل ورودی قرار گرفته است و با استفاده از منوی properties و بخش file type مطمئن شوید نام و فرمت فایل به درستی ذخیره شده‌است.

**نکته‌ای در مورد ویرایشگر notepad:** ویرایشگر notepad گاهی در خروجی‌دادن کاراکترهای تهی مانند whitespace یا newline ممکن است شما را به خطا بیندازد. برای مثال ممکن است فایلی که قرار است ۱۰۰ خط داشته باشد را باز کرده و ببینید تمام آن در یک خط یا کمتر از ۱۰۰ خط چاپ شده‌است. برای اینکه به صورت کامل فایل را ببینید می‌توانید از دستور filename type در صفحه cmd خود استفاده کنید.

**نکته‌ای در مورد فایل خروجی:** توجه کنید که برای ارسال خروجی لازم نیست حتماً آن را به صورت فایل در کد ایجاد کنید. می‌توانید صرفاً خروجی را کپی کرده و در فایل نوشتاری‌ای ذخیره کنید و آن را در سامانه داوری ارسال کنید.

### ۳ قوانین و چارچوب آزمون

به قوانین و چارچوب تعیین شده برای برگزاری آزمون توجه کنید و احترام بگذارید تا آزمون خوبی برای شما و سایر دانش‌پژوهان رقم بخورد. در صورت بروز هر گونه رفتار خارج از چارچوب تعیین شده برگزارکنندگان آزمون ناچار هستند طبق بخش‌نامه صادر شده عمل کنند.

- در صورت بروز هر گونه مشکل فنی در سیستم‌تان یا در صورتی که حس می‌کنید سؤالی مشکل دارد می‌توانید از سیستم درخواست برای شفاف‌سازی آنلاین<sup>۵</sup> در سیستم داوری استفاده کنید، برای این‌کار به بخش Communications مراجعه نموده و درخواست خود را بنویسید. تیم فنی آزمون در اسرع وقت پاسخگوی شما خواهد بود.

<sup>۵</sup>Request for Clarification

- به اعلان<sup>۶</sup> هایی که در طول آزمون مسئولین برگزاری ارسال می کنند و در صفحه شما ظاهر می شود توجه نمایید. این اعلان ها حاوی اطلاعاتی است خواهد بود که سؤال پرتکرار بسیاری بوده است.
- در سیستم آنلاین پاسخگویی و شفاف سازی، هر گونه سؤال که حاوی محتوای نامربوط باشد و در جهت شفاف سازی یا رفع ایراد فنی نباشد پاسخ های خودکار مانند no comment دریافت خواهد کرد.
- در صورتیکه سیستم شما دچار مشکل شد و با چند بار ریفرش کردن صفحه مشکل مرتفع نشد، از یکی از مراقبین درخواست کمک کنید. از فشردن دکمه ریفرش به صورت پشت سر هم خودداری کنید.
- هر فرد به صورت یکتا به یک کامپیوتر در سایت اختصاص داده شده است. در طول آزمون تا پایان برگزاری آن مجاز به خروج از محوطه آزمون و بلند شدن از پای سیستم های خود نیستید. این به این معناست که:
  - در صورتیکه آزمون را زودتر از موعد تمام کردید باید تا پایان آزمون پشت سیستم خود باقی بمانید.
  - نمی توانید کامپیوتر، مانیتور، یا کیبورد خود را با سایر دانش پژوهان حاضر در آزمون معاوضه کنید! در صورتیکه هر یک از اقلام ذکر شده دچار مشکل بود، از مراقبین درخواست کمک نمایید.
- اگر به هردلیلی خواستید از سر جای خود بلند شوید لطفاً دست خود را بالا گرفته و منتظر بمانید یکی از مراقبان یا برگزارکنندگان به شما کمک کنند.
- در صورت تشخیص هر گونه رفتاری که نشان دهنده عدم صداقت در آزمون باشد، دانش پژوه از شرکت در المپیاد چه امسال و چه سال های بعد محروم خواهد شد.

موفق باشید!



## مرحله‌ی سوم سی و چهارمین دوره المپیاد کامپیوتر ۱۷ تیر ۱۴۰۳ - آزمون روز اول

OCD

یک.م.م.

محمدهسپیل در تلاش برای استخدام در بخش تحقیقاتی شرکت شیررضا است. او برای استخدام شدن نیاز دارد که در آزمون ورودی این شرکت قبول شود. آزمون این شرکت به صورت یک سوال شمارشی-الگوریتمی است که برای محمدهسپیل ارسال شده و او باید تا پایان امروز آن را حل کند.



سوال آزمون ورودی او بدین صورت است؛ «عدد شکعط» آرایه‌ی  $x = \langle x_1, x_2, \dots, x_k \rangle$  را برابر با مقدار زیر تعریف می‌کنیم:

$$shakat(x) = \sum_{i=1}^k x_i \oplus gcd(x)$$

در این فرمول  $gcd(x)$  برابر با ب.م.م کل اعداد آرایه‌ی  $x$  است. محمدهسپیل باید برای قبول شدن در آزمون استخدامی شرکت شیررضا جمع عدد شکعط تمام زیرآرایه‌های<sup>۱</sup> ناتهی آرایه‌ی ورودی را حساب کرده و به عنوان خروجی چاپ کند.

### ورودی

در خط اول ورودی عدد  $n$  آمده است. در خط بعدی  $n$  عدد آمده است که عدد  $i$  ام نشان‌دهنده‌ی  $a_i$  است. چهار فایل با نام‌های ocd-1.in و ocd-2.in و ocd-3.in و ocd-4.in در اختیار شما قرار داده شده‌اند که هر یک شامل ورودی برای یک زیرمسئله از سوال است. محدودیت‌های هر فایل در بخش زیرمسئله‌ها نوشته شده و اطلاعات آن‌ها از طریق خود فایل نیز قابل مشاهده است.

<sup>۱</sup> به هر زیربازه‌ی متوالی از آرایه یک زیرآرایه می‌گوییم؛ یک آرایه‌ی  $n$  عضوی  $\frac{n \times (n+1)}{2} + \binom{n}{2}$  زیرآرایه دارد.

## خروجی

- بخش اول (۱۳ نمره)

اگر جواب برای حالت توصیف شده در فایل ocd-1.in را  $x$  بنامیم، مقدار  $x^{10}$  را به پیمانه‌ی  $\Delta$  چاپ کنید. در این فایل  $n = 6, 1 \leq a_i \leq 6$  است.

پاسخ شما: .....

- بخش دوم (۱۹ نمره)

اگر جواب برای حالت توصیف شده در فایل ocd-2.in را  $x$  بنامیم، مقدار  $x^{10}$  را به پیمانه‌ی  $\Delta$  چاپ کنید. در این فایل  $n = 300, 1 \leq a_i \leq 10^9$  است.

پاسخ شما: .....

- بخش سوم (۲۹ نمره)

اگر جواب برای حالت توصیف شده در فایل ocd-3.in را  $x$  بنامیم، مقدار  $x^{10}$  را به پیمانه‌ی  $\Delta$  چاپ کنید. در این فایل  $n = 3000, 1 \leq a_i \leq 10^9$  است.

پاسخ شما: .....

- بخش چهارم (۳۹ نمره)

اگر جواب برای حالت توصیف شده در فایل ocd-4.in را  $x$  بنامیم، مقدار  $x^{10}$  را به پیمانه‌ی  $\Delta$  چاپ کنید. در این فایل  $n = 3 \times 10^5, 1 \leq a_i \leq 10^{18}$  است.

پاسخ شما: .....



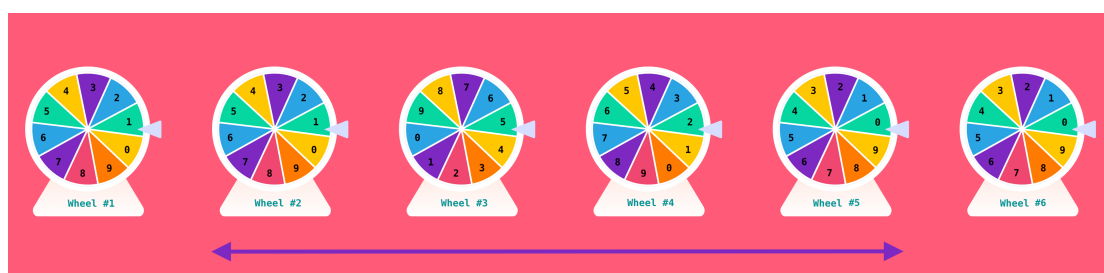
## مرحله‌ی سوم سی و چهارمین دوره المپیاد کامپیوتر ۱۷ تیر ۱۴۰۳ - آزمون روز اول

Wheel

### گردونه

شرکت شیررضا تصمیم گرفته برای تبلیغات خود با یک مشاور تبلیغاتی معروف به نام سِلتی صحبت کنند تا بتوانند فروش خود را افزایش دهند. حوزه‌ی کاری این شرکت مربوط به ساخت و فروش لوازم متفرقه و غیرمرسوم است که پرفروش‌ترین کالای آن‌ها در ۳ سال اخیر گردونه‌های خوش‌ساختشان بوده است. سِلتی به طراحان شیررضا پیشنهاد می‌کند که در یک خیابان پرتردد مانند سرداد جنگل، یک مسابقه با گردونه‌هایشان برگزار کنند و به مقداری که شرکت‌کننده‌ی برتر از این مسابقه امتیاز کسب می‌کند به او کره‌ی بادام‌زمینی بدهند!

بازی پیشنهادی او به این صورت است که  $n$  گردونه‌ی  $m$  تکه‌ای که روی هرکدام از تکه‌های آن‌ها به ترتیب اعداد ۰ تا  $m - 1$  نوشته شده‌اند، در یک خط پشت سر هم قرار گرفته‌اند. هرکدام از این گردونه‌ها در ابتدا با پیکان (فلش) خود به یکی از این اعداد اشاره می‌کند. بازی به این صورت است که فرد شرکت‌کننده هربار می‌تواند  $k$  گردونه‌ی متوالی را به دلخواه انتخاب کرده و هرکدام را یک واحد در جهت ساعتگرد بچرخاند (یعنی عدد انتخابی گردونه را به پیمانه‌ی  $m$  یکی زیاد کند). برای مثال اگر  $n = 6, m = 10, k = 4$  و عدد انتخابی گردونه‌ها در حالت فعلی به ترتیب  $\langle 1, 0, 4, 1, 9, 0 \rangle$  باشد، شرکت‌کننده در یک حرکت می‌تواند چهار گردونه‌ی وسط را انتخاب کرده و عدد انتخابی گردونه‌ها را تبدیل به  $\langle 1, 1, 5, 2, 0, 0 \rangle$  کند.



فرد شرکت‌کننده می‌تواند به تعداد دفعات دلخواه این کار را انجام دهد و در نهایت امتیاز او برابر مجموع اعداد انتخابی کل گردونه‌ها در حالت نهایی می‌شود. تیم مالی شرکت شیررضا می‌ترسند که هزینه‌ی این بازی تبلیغاتی برای آن‌ها زیاد شود و از این‌رو قصد دارند که حداکثر امتیاز نفر اول در این مسابقه را نسبت به حالت اولیه‌ی گردونه‌ها حساب کنند تا بتوانند بودجه‌ی مربوط به این بازی را تامین کنند.

### ورودی

در خط اول ورودی سه عدد  $n$  و  $m$  و  $k$  به ترتیب آمده‌اند. در خط بعدی  $n$  عدد آمده است که عدد  $i$ ام نشان‌دهنده‌ی عدد انتخابی اولیه بر روی گردونه‌ی  $i$ ام است. چهار فایل با نام‌های `wheel-1.in` و `wheel-2.in` و `wheel-3.in` و `wheel-4.in` در اختیار شما قرار داده شده‌اند که هر یک شامل ورودی برای یک زیرمسئله از سوال است. محدودیت‌های هر فایل در بخش زیرمسئله‌ها نوشته شده و اطلاعات آن‌ها از طریق خود فایل نیز قابل مشاهده است.

## زیرمسئله‌ها

## • بخش اول (۲۰ نمره)

اگر جواب برای حالت توصیف شده در فایل wheel-1.in را  $x$  بنامیم، مقدار  $x^{10}$  را به پیمانه‌ی  $\Delta$  چاپ کنید. در این فایل  $n = m = 10, k = 3$  است.

پاسخ شما: .....

## • بخش دوم (۲۱ نمره)

اگر جواب برای حالت توصیف شده در فایل wheel-2.in را  $x$  بنامیم، مقدار  $x^{10}$  را به پیمانه‌ی  $\Delta$  چاپ کنید. در این فایل  $n = m = k = 403403$  است.

پاسخ شما: .....

## • بخش سوم (۲۶ نمره)

اگر جواب برای حالت توصیف شده در فایل wheel-3.in را  $x$  بنامیم، مقدار  $x^{10}$  را به پیمانه‌ی  $\Delta$  چاپ کنید. در این فایل  $n = 403403, m = 2, k = 403$  است.

پاسخ شما: .....

## • بخش چهارم (۳۳ نمره)

اگر جواب برای حالت توصیف شده در فایل wheel-4.in را  $x$  بنامیم، مقدار  $x^{10}$  را به پیمانه‌ی  $\Delta$  چاپ کنید. در این فایل  $n = 1403403, m = 1000000403, k = 403403$  است.

پاسخ شما: .....



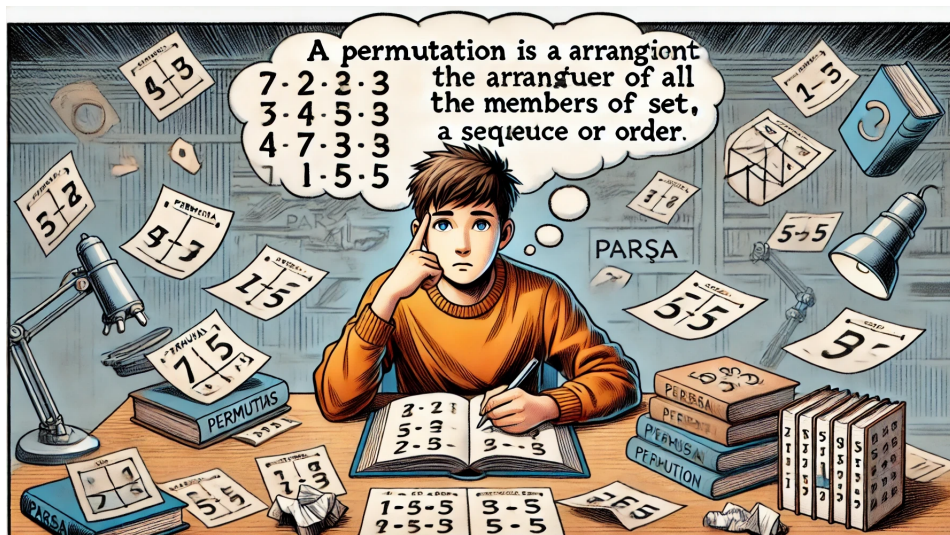


## مرحله سوم سی و چهارمین دوره المپیاد کامپیوتر ۱۷ تیر ۱۴۰۳ - آزمون روز اول

### Prefix Median

### خیر الامور

پرشا علاقه‌ی شدیدی به جایگشت‌ها<sup>۱</sup> دارد. پرشا به تازگی با مفهومی به نام «میان» بر روی یک آرایه آشنا شده که تعریف آن بدین صورت است: «به عضوی در یک آرایه‌ی  $n$  عضوی که مقدار آن در آرایه‌ی مرتبه‌شده در خانه‌ی  $\lceil \frac{n+1}{2} \rceil$  قرار می‌گیرد، عضو میانه می‌گوییم». به عنوان مثال میانه‌ی آرایه‌ی  $\langle 3, 2, 4 \rangle$  برابر با ۳ و میانه‌ی آرایه‌ی  $\langle 10, 20, 30, 40 \rangle$  برابر با ۳۰ است. او به دنبال پیدا کردن جایگشت مورد علاقه‌ی خود مفهومی دیگر به نام «معنویت» بر روی یک آرایه را بدین گونه تعریف کرد: «معنویت یک جایگشت برابر با کمترین مقدار میانه به ازای تمام پیشوندهای<sup>۲</sup> جایگشت اولیه است».



یک روز پرشا از سر بیکاری شروع به نوشتن تمام جایگشت‌های اعداد ۱ تا  $n$  می‌کند و معنویت تمام آن‌ها را حساب کرده و جمع آن‌ها را روی یک ورق یادداشت می‌کند. او بسیار نگران این شده که اشتباهی در محاسبات معنویت تعدادی از جایگشت‌ها داشته باشد که باعث اشتباه در انتخاب جایگشت مورد علاقه‌اش شود. از این رو، از شما درخواست کرده است که این مقدار را حساب کنید تا اگر اشتباهی کرده باشد محاسبات خود را دوباره انجام دهد تا به عدد نهایی شما برسد.

<sup>۱</sup> به هر ترتیب دلخواهی از اعداد ۱ تا  $n$  که هر عدد در آن دقیقاً یک بار ظاهر شده است یک جایگشت می‌گویند؛ تعداد جایگشت‌های ممکن برابر با  $n!$  است.  
<sup>۲</sup> پیشوند یک آرایه یعنی زیرآرایه‌ای ناتمامی از آرایه که شامل عضو اول آن است؛ به عنوان مثال آرایه‌ی  $\langle 7, 1, 3 \rangle$  یک پیشوند از آرایه‌ی  $\langle 7, 1, 3, 9, 6 \rangle$  است.

## زیرمسئله‌ها

## • بخش اول (۱۱ نمره)

اگر پاسخ مسئله به ازای  $n = 5$  برابر با  $x$  باشد، حاصل  $x^8$  را به پیمانه‌ی  $\Delta$  خروجی دهید.

پاسخ شما: .....

## • بخش دوم (۲۲ نمره)

اگر پاسخ مسئله به ازای  $n = 500$  برابر با  $x$  باشد، حاصل  $x^8$  را به پیمانه‌ی  $\Delta$  خروجی دهید.

پاسخ شما: .....

## • بخش سوم (۲۴ نمره)

اگر پاسخ مسئله به ازای  $n = 10^4$  برابر با  $x$  باشد، حاصل  $x^8$  را به پیمانه‌ی  $\Delta$  خروجی دهید.

پاسخ شما: .....

## • بخش چهارم (۴۳ نمره)

اگر پاسخ مسئله به ازای  $n = 10^6$  برابر با  $x$  باشد، حاصل  $x^8$  را به پیمانه‌ی  $\Delta$  خروجی دهید.

پاسخ شما: .....