



# اتم کاغذی



کلیدواژه‌ها: سطح مقطع، قطر اتم، مساحت، طول، عرض، توان، عدد توان دار

آن برابر است با:

$$S = a.b = 29/7 \times 21 = 623/7 \text{ cm}^2$$

با توجه به اعداد محاسبه شده یک بار دیگر سؤال را بخوانید و به آن جواب دهید. اگر جواب شما عوض شده است آن را زیر جواب قبلی یادداشت کنید.

قبل از شروع کار وسایل زیر را تهیه کنید.

- دو برگ کاغذ A4

- یک عدد قیچی

- یک عدد ماشین حساب

- وسیله برای نوشتن

حدس می‌زنید با چند بار بریدن کاغذ A4 و نصف کردن آن در هر بار، مساحت قسمت باقیمانده برابر سطح مقطع یک اتم خواهد شد؟

جوابی که حدس می‌زنید را روی یک کاغذ یادداشت کنید.

یادآوری می‌کنیم قطر اتم تقریباً برابر  $10^{-8}$  سانتی‌متر است و بدین ترتیب مساحت سطح مقطع آن که یک دایره است از رابطه زیر محاسبه می‌شود

$$S = \pi r^2 = 3/14 \times (0/5 \times 10^{-8})^2 = 0/785 \times 10^{-16} \text{ cm}^2$$

از طرفی ابعاد یک کاغذ A4  $29/7$  و  $21$  سانتی‌متر است و مساحت

$$S_3 = \frac{21}{2} \times \frac{29/1}{4} = 77 / 9625 \text{ cm}^2$$

$$S_4 = \frac{29/1}{4} \times \frac{21}{4} = \text{cm}^2$$

$$S_5 = \frac{21}{4} \times \frac{29/1}{8} = \text{cm}^2$$

$$S_6 = \frac{29/1}{8} \times \frac{21}{8} = \text{cm}^2$$

قبل از این که مرحله هفتم را شروع کنید، پیشنهاد می‌کنیم یک بار دیگر سؤال را بخوانید و جواب خود را زیر جواب‌های قبلی یادداشت کنید!

اکنون کار بریدن کاغذ را مانند مراحل قبل ادامه دهید و هر بار نتایج را در جدول خود یادداشت کنید!

من خودم این کار را انجام دادم و به زحمت توانستم به کمک قیچی شانزده مرحله پیش بروم. شما نیز امتحان کنید و ببینید چند بار می‌توانید این کار را انجام دهید.

توجه کنید که در هر مرحله طول و عرض کاغذ و مساحت آن را در جدول یادداشت کنید.



ابتدا یک جدول شش ستونی مانند نمونه زیر روی یکی از کاغذهای A4 رسم کنید.

شماره مرحله	طول کاغذ	عرض کاغذ	مساحت		

عنوان ستون پنجم و ششم را در حین کار به شما می‌گوییم. در مرحله صفر یعنی زمانی که هنوز برشی به کاغذ A4 نکرده‌اید، طول و عرض آن را در جدول یادداشت کنید و به کمک ماشین حساب مساحت آن را بنویسید.

در مرحله اول کاغذ A4 را از طول و به کمک قیچی از وسط برش دهید. طول و عرض قسمت باقیمانده را در جدول یادداشت و مساحت آن را محاسبه کنید و در ستون چهارم جدول بنویسید.

$$S_1 = 21 \times \frac{29/1}{2} = 311 / 85 \text{ cm}^2$$

بار دیگر کاغذ باقیمانده را از طول و به کمک قیچی به دو نیم قسمت کنید و مساحت قسمت باقیمانده را حساب کنید.

$$S_2 = \frac{29/1}{2} \times \frac{21}{2} = 155 / 925 \text{ cm}^2$$

برای بار سوم، چهارم، پنجم و ششم این کار را انجام دهید و در هر مرحله، به ترتیب خانه‌های جدول را مانند دو مرحله قبل پر کنید.



مقطع یک اتم برابر شود.  
 جواب‌هایی را که در طول مسئله حدس زده و نوشته بودید با جواب پس از پایان حل مسئله، یعنی ۶۲ یا ۶۳ مقایسه کنید.  
 جواب شما چه اندازه درست بود؟  
 در اینجا من جدول مربوط به داده‌های خودم را برای شما رسم کرده‌ام.

مرحله	طول	عرض	مساحت
۱	۲۹/۷	۲۱	۶۲۳/۷
۲	۲۱	۱۴/۸۵	۳۱۱/۸۵
۳	۱۴/۸۵	۱۱/۵	۱۵۵/۹۲۵
۴	۱۱/۵	۷/۴۲۵	۷۷/۹۶۲۵
۵	۷/۴۲۵	۵/۷۵	۳۸/۹۸۱۲۵
۶	۵/۷۵	۳/۷۱۲۵	۱۹/۴۹۰۶۲۵
۷	۳/۷۱۲۵	۲/۸۷۵	۹/۷۴۵۳۱۲۵
۸	۲/۸۷۵	۱/۸۵۶۲۵	۴/۸۷۲۶۵۶۲۵
۹	۱/۸۵۶۲۵	۱/۴۳۷۵	۲/۴۳۶۳۲۸۱۲۵
۱۰	۱/۴۳۷۵	۰/۹۲۸۱۲۵	۱/۳۱۸۱۶۴۰۶۲۵
۱۱	۰/۹۲۸۱۲۵	۰/۷۱۸۷۵	۰/۶۰۹۰۸۲۰۳۱۲۵
۱۲	۰/۷۱۸۷۵	۰/۴۶۴۰۶۲۵	۰/۳۰۴۵۴۱۰۱۵۶۲۵
۱۳	۰/۴۶۴۰۶۲۵	۰/۳۵۹۳۷۵	۰/۱۵۲۲۷۰۵۰۷۸۱۲۵
۱۴	۰/۳۵۹۳۷۵	۰/۲۳۲۰۳۱۲۵	۰/۰۷۶۱۳۵۲۳۹۰۶۲۵
۱۵	۰/۲۳۲۰۳۱۲۵	۰/۱۷۹۶۸۷۵	۰/۰۳۸۰۶۷۶۲۶۹۵۳۱۲۵
۱۶	۰/۱۷۹۶۸۷۵	۰/۱۱۶۰۱۵۶۲۵	۰/۰۱۹۰۳۳۸۱۳۴۷۶۵۶۲۵

در پایان چند سؤال برای شما مطرح می‌کنیم که پاسخ دادن به آن می‌تواند جذاب باشد.

- اگر بتوان یک کاغذ A4 را ۲۰ بار تا کرد، قطر (ضخامت) کاغذهای تا شده روی هم چقدر می‌شود؟
- اگر در یک صفحه شطرنج به ترتیب در خانه اول یک گندم، خانه دوم دو برابر خانه اول، خانه سوم دو برابر خانه دوم، ..... و به همین ترتیب خانه شصت و چهارم دو برابر خانه شصت و سوم گندم قرار دهیم در کل چند دانه گندم خواهیم داشت؟
- حدس می‌زنید عدد  $11^{11}$  چند رقمی باشد؟  
 برای آشنایی بیشتر با نحوه محاسبه عددهای بزرگ، به صفحه ۱۸ همین مجله مراجعه کنید.

اینک دو کار را انجام می‌دهیم. ابتدا تحلیل داده‌های به دست آمده در جدول و سپس پیدا کردن یک الگو برای تغییر مساحت کاغذ نسبت به مساحت کاغذ A4.  
 برای این کار عنوان ستون پنجم جدول را «نسبت مساحت این مرحله به مساحت اولیه» قرار دهید و در هر مرحله این نسبت را یادداشت کنید.  
 به اعداد ستون پنجم نگاه کنید. هر بار نسبت به قبل چگونه تغییر کرده است؟

آیا می‌توان اعداد این ستون را به شکل عدد توان دار نوشت؟  
 من چند تا از اعداد این ستون را در یک ردیف و پشت سر هم می‌نویسم. شاید این گونه نتیجه‌گیری برای شما راحت‌تر باشد.

$$\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}, \frac{1}{16}, \frac{1}{32}, \frac{1}{64}, \frac{1}{128}, \frac{1}{256}, \frac{1}{512}, \dots$$

حدس شما کاملاً درست است. در هر مرحله عدد حاصل، نصف عدد قبلی است و اعداد این ستون را می‌توان به صورت توانی از  $\frac{1}{2}$  نوشت.

اینک نوبت به ستون ششم جدول می‌رسد. عنوان آن را «شکل توانی ستون پنجم» بگذارید و اعداد ستون پنجم را به صورت توانی از  $\frac{1}{2}$  در ستون ششم بنویسید.

به اندازه کاغذی که در پایان مرحله ۱۶ به دست آوردید نگاه کنید. تقریباً اندازه سر یک چوب کبریت است. فکر می‌کردید پس از ۱۶ بار برش، کاغذ A4 شما این اندازه کوچک شود؟

اگر می‌شد کار برش را به همین شکل ادامه داد، حدس می‌زنید پس از چند مرحله دیگر مساحت قسمت باقی‌مانده به اندازه سطح مقطع یک اتم شود؟ برای رسیدن به جواب از ماشین حساب استفاده می‌کنیم.

ابتدا نسبت مساحت سطح مقطع اتم را که در ابتدا پیدا کردیم به مساحت کاغذ A4 می‌نویسیم:

$$\frac{\pi r^2}{ab} = \frac{0.785 \times 10^{-16}}{623/7} = \frac{1}{79452229299363055732/4840}$$

حال باید دید که این کسر برابر با چه توانی از  $\frac{1}{2}$  است. به کمک ماشین حساب متوجه می‌شویم این عدد بین  $(\frac{1}{2})^{62}$  و  $(\frac{1}{2})^{63}$  قرار دارد.

به عبارت دیگر اگر می‌توانستیم برش کاغذ را پس از مرحله شانزدهم ادامه دهیم می‌بایست این کار را حداقل ۴۶ بار دیگر تکرار می‌کردیم تا مساحت قسمت باقی‌مانده با مساحت سطح

