

سؤالات مرحله دوم المپیاد ریاضی سال ۱۴۰۳

سؤال اول:

کیمیا ساعت عجیبی دارد. عقربه ثانیه‌شمار این ساعت درست کار نمی‌کند و در هر لحظه به جای یک ثانیه به طور تصادفی ۳۴ یا ۴۷ ثانیه جابجا می‌شود. مثلاً اگر در یک لحظه ساعت زمان ۵:۰۵:۲۳ را نشان دهد ممکن است در لحظات بعدی به ترتیب زمان‌های

۱۲:۲۳:۳۹, ۱۲:۲۴:۱۳, ۱۲:۲۵:۰۰, ۱۲:۲۵:۳۴, ۱۲:۲۶:۲۱, ...

را نشان دهد. ثابت کنید همواره لحظه‌ای وجود دارد که عقربه ثانیه‌شمار عدد مربع کاملی را نشان می‌دهد.

سؤال دوم:

۲- همه دنباله‌های $(a_n)_{n \in \mathbb{N}}$ از اعداد طبیعی را بیابید که برای هر $n \geq 3$ داشته باشیم:

$$\frac{1}{a_1 a_3} + \frac{1}{a_2 a_4} + \frac{1}{a_3 a_5} + \dots + \frac{1}{a_{n-2} a_n} = 1 - \frac{1}{a_1^2 + a_2^2 + \dots + a_{n-1}^2}$$

سؤال سوم:

در مثلث ABC مرکز دایره‌های محاطی داخلی، محاطی خارجی نظیر راس B و محاطی خارجی نظیر راس C را به ترتیب I, K و L می‌نامیم. خطوط عمود بر BC در B, C به ترتیب AB, AC را در E, F قطع می‌کنند. ثابت کنید دواير EIK, FIL, AEF هم‌مرس هستند.

سؤالات مرحله دوم المپیاد ریاضی سال ۱۴۰۳

سؤال چهارم:

در مثلث ABC ، M وسط AB و B' پای ارتفاع B است. دایره $CB'M$ خط BC را برای بار دوم در D قطع می‌کند. دایره‌های $ABD, CB'M$ برای بار دوم در K متقاطع هستند. خط موازی AB که از C می‌گذرد، دایره $CB'M$ را برای بار دوم در L قطع می‌کند. ثابت کنید KL پاره خط CM را نصف می‌کند.

سؤال پنجم:

سهند و غلام روی جدولی ۱۴۰۳×۱۴۰۳ که در ابتدا همه خانه‌های آن سفید هستند بازی می‌کنند. به ازای هر سطر و هر ستون یک دکمه داریم (مجموعاً ۲۸۰۶ دکمه). با شروع از سهند هر کس در نوبت خود یک دکمه که قبلاً فشار داده نشده را فشار می‌دهد، و سپس نوبت نفر دیگر می‌شود تا زمانی که تمام دکمه‌ها فشار داده شوند. با فشار دادن دکمه یک سطر یا یک ستون توسط سهند تمام خانه‌های آن سطر یا ستون، مستقل از رنگشان قبل از فشرده شدن دکمه، کاملاً به رنگ مشکی تبدیل می‌شوند. با فشار دادن دکمه یک سطر یا یک ستون توسط غلام تمام خانه‌های آن سطر یا ستون، مستقل از رنگشان قبل از فشرده شدن دکمه، کاملاً به رنگ قرمز تبدیل می‌شوند. در انتها پس از این‌که همه دکمه‌ها فشرده شدند غلام به اندازه تعداد خانه‌های قرمز منهای تعداد خانه‌های سیاه و سهند به اندازه تعداد خانه‌های سیاه منهای تعداد خانه‌های قرمز امتیاز می‌گیرند اگر غلام و سهند هر دو بهترین بازی خود را انجام دهند، غلام حداقل چند امتیاز کسب خواهد کرد. (به بیان دیگر بیشترین امتیازی که غلام با بازی خوب خود مستقل از بازی سهند می‌تواند از کسب آن مطمئن باشد را بیابید.)

سؤال ششم:

فرض کنید p یک عدد اول است. همه اعداد طبیعی بزرگ‌تر از x, y را بیابید که داشته باشیم

$$\frac{x^2 - 1}{y^2 - 1} = (p + 1)^2$$