Εισηγητής: Λόλας Κωνσταντίνος
Επαναληπτικό: Όρια - Συνέχεια

Θεσσαλονίκη, 13 / 12 / 2017

# Διαγώνισμα Κατεύθυνση Γ Λυκείου

## Θέμα Α

1. **[Μονάδες 10]** Αν $P(x)$ είναι μία πολυωνυμική συνάρτηση και $x_0 \in \mathbb{R}$, να αποδείξετε ότι
$$\lim_{x \to x_0} P(x) = P(x_0).$$

2. **[Μονάδες 5]** Πότε λέμε ότι μία συνάρτηση $f$ παρουσιάζει ολικό μέγιστο σε κάποιο σημείο $x_0$ του πεδίου ορισμού της;

3. **[Μονάδες 10]** Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις με Σωστό ή Λάθος

   α) Κάθε οριζόντια ευθεία τέμενει τη γραφική παράσταση μιας 1-1 συνάρτησης το πολύ σε ένα σημείο.

   β) Αν οι συναρτήσεις $f, g$ είναι συνεχείς στο σημείο $x_0$, τότε και η σύνθεσή τους $g \circ f$ είναι συνεχής στο ίδιο σημείο.

   γ) Το σύνολο τιμών ενός κλειστού διαστήματος μέσω μιας συνεχούς και μη σταθερής συνάρτησης είναι πάντοτε κλειστό διάστημα.

   δ) $\lim_{x \to 0^+} \ln x = -\infty$

   ε) Αν υπάρχει το $\lim_{x \to x_0} (f(x) + g(x))$, τότε υποχρεωτικά υπάρχουν και τα όρια $\lim_{x \to x_0} f(x) + \lim_{x \to x_0} g(x)$.

## Θέμα Β

Έστω συνάρτηση $f : \mathbb{R} \to \mathbb{R}$, η οποία είναι συνεχής και τέτοια, ώστε
$$f(2) = 1, \lim_{x \to 0^-} f(\frac{1}{x}) = 4 \text{ και } \lim_{x \to +\infty} \frac{xf(x)}{3x-1} = 2.$$
Η $f$ είναι γνησίως φθίνουσα στο διάστημα $\Delta_1 = (-\infty, 2]$ και γνησίως αύξουσα στο διάστημα $\Delta_2 = [2, +\infty)$. Θεωρούμε και τη συνάρτηση $g : \mathbb{R} \to \mathbb{R}$ με τύπο $g(x) = \frac{4x}{x^2+4}$ για κάθε $x \in \mathbb{R}$

1. **[Μονάδες 6]** Να αποδείξετε ότι η συνάρτηση $g$ παρουσιάζει ολικό μέγιστο στο σημείο $x_0 = 2$.

2. **[Μονάδες 6]** Να βρείτε το σύνολο τιμών της συνάρτησης $f$.

3. **[Μονάδες 6]** Να βρείτε το πλήθος των ριζών της εξίσωσης $f(x) = \alpha$ για τις διάφορες τιμές του πραγματικού αριθμού $\alpha$.

4. **[Μονάδες 7]** Να λύσετε την εξίσωση $g(x) = f(x)$.

## Θέμα Γ

Έστω η συνάρτηση $f : (-1, +\infty) \to \mathbb{R}$ με $f\left((-1, +\infty)\right) = \mathbb{R}$, η οποία είναι 1-1 και τέτοια ώστε
$$f(x) \le x \text{ για κάθε } x > -1$$
και
$$f^{-1}(x) \le e^x - 1 \text{ για κάθε } x \in \mathbb{R}.$$
Να αποδείξετε ότι

1. **[Μονάδες 5]** η γραφική παράσταση της αντίστροφης συνάρτησης $f^{-1}$ βρίσκεται "πάνω" από την ευθεία με $y = x$.
2. **[Μονάδες 7]** $f(x) \geq \ln(x+1)$ για κάθε $x > -1$.
3. **[Μονάδες 5]** $\lim_{x\to 0} f(x) = \lim_{x\to 0} f^{-1}(x) = 0$.
4. **[Μονάδες 8]** Αν οι συναρτήσεις $f$ και $f^{-1}$ είναι συνεχείς, τότε υπάρχει αριθμός $x_0 \in [1, 2]$ τέτοιος ώστε

$$(x_0 - 1)f^{-1}(x_0) + (2 - x_0)f(x_0) = x_0^2 - 2x_0 + 2.$$

## Θέμα Δ

Έστω δύο συναρτήσεις $f, g : \mathbb{R} \to \mathbb{R}$ τέτοιες ώστε

$$g(x) = f\left(f(x)\right) + e^x \text{ για κάθε } x \in \mathbb{R}.$$

Αν η συνάρτηση $f$ είναι γνησίως αύξουσα και για κάθε $x_0 \in \mathbb{R}$ υπάρχει το $\lim_{x\to x_0} f(x)$ και είναι πραγματικός αριθμός, να αποδείξετε ότι:

1. **[Μονάδες 5]** η συνάρτηση $g$ είναι γνησίως αύξουσα
2. **[Μονάδες 5]** η συνάρτηση $f$ είναι συνεχής
3. αν επιπλέον ισχύουν οι σχέσεις

$$\lim_{x\to 0} f(x) = 1 \text{ και } f(x) \neq 0 \text{ για κάθε } x \in \mathbb{R},$$

τότε

α) **[Μονάδες 7]** $g(x) > 1$ για κάθε $x \in \mathbb{R}$

β) **[Μονάδες 7]** Η εξίσωση

$$x^3 g\left(2x^4\right) + x^4 g\left(x^2\right) + x^2 f\left(x^2 - 1\right) = 1$$

έχει μία τουλάχιστον ρίζα στο διάστημα $(-1, 1)$.

# Καλή επιτυχία