



کد کنترل

089

A

صبح جمعه

۹۷/۱۲/۳

دفترچه شماره (۱)



جمهوری اسلامی ایران  
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری  
سازمان سنجش آموزش کشور

«اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می‌شود.»  
امام خمینی (ره)

**آزمون ورودی دوره دکتری (نیمه‌متمرکز) - سال ۱۳۹۸**

**رشته ژئوفیزیک - گرانی‌سنجی - کد (۲۲۴۳)**

مدت پاسخ‌گویی: ۱۵۰ دقیقه

تعداد سؤال: ۴۵

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤالات

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	مجموعه تخصصی: فیزیک پایه ۱ و ۲ - زمین‌شناسی فیزیکی (عمومی) - فیلترهای دیجیتال - گرانی‌سنجی - اکتشافات گرانی‌سنجی - ژئودزی فیزیکی	۴۵	۱	۴۵

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

این آزمون نمره منفی دارد.

حق چاپ، تکثیر و انتشار سؤالات به هر روش (الکترونیکی و...) پس از برگزاری آزمون، برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز این سازمان مجاز می‌باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.

۱۳۹۸

\* داوطلب گرامی، عدم درج مشخصات و امضا در مندرجات جدول ذیل، به منزله عدم حضور شما در جلسه آزمون است.

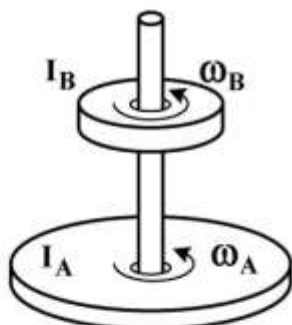
اینجانب ..... با شماره داوطلبی ..... در جلسه این آزمون شرکت می‌نمایم.

امضا:

۱- ماهواره‌ای در مداری دایره‌ای به شعاع  $R_1$  به دور زمین می‌چرخد. اگر شعاع مدار ماهواره ۳ برابر شود، انرژی جنبشی آن چند برابر می‌شود؟

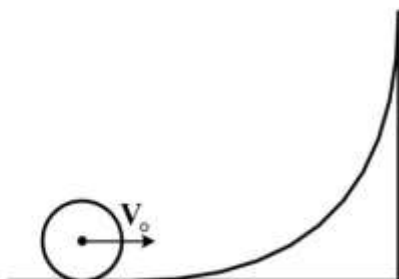
- (۱)  $\frac{1}{3}$   
 (۲)  $\sqrt{3}$   
 (۳)  $\frac{1}{\sqrt{3}}$   
 (۴) ۳

۲- در شکل زیر، لختی دورانی قرص A دو برابر لختی دورانی قرص B است. در ابتدا سرعت زاویه‌ای قرص A نصف سرعت زاویه‌ای قرص B است. با سقوط قرص B بر روی قرص A و چسبیدن آن‌ها به هم سرعت زاویه‌ای مجموعه چند برابر سرعت زاویه‌ای اولیه قرص A می‌شود؟



- (۱)  $\frac{2}{3}$   
 (۲)  $\frac{4}{3}$   
 (۳)  $\frac{1}{3}$   
 (۴)  $\frac{3}{2}$

۳- جسم کوچکی با چگالی جرمی یکنواخت روی سطح قوسی شکل با سرعت اولیه  $V_0$  می‌غلتد تا مرکز جرم آن به بیشینه ارتفاع  $\frac{3V_0^2}{4g}$  نسبت به موقعیت اولیه خود برسد. این جسم به چه شکل است؟



- (۱) کره توخالی  
 (۲) استوانه توخالی  
 (۳) کره توپر  
 (۴) استوانه توپر

۴- چگالی پروتون‌ها در باد خورشیدی در نزدیکی زمین برابر  $9 \text{ cm}^{-3}$  و تندی آن‌ها  $500 \frac{\text{km}}{\text{s}}$  است. چگالی جریان

این پروتون‌ها چند  $\frac{\text{A}}{\text{m}^2}$  است؟ ( $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ )

(۱)  $7.2 \times 10^{-10}$

(۲)  $2.8 \times 10^{-9}$

(۳)  $7.2 \times 10^{-7}$

(۴)  $2.8 \times 10^{-6}$

۵- در شکل زیر ناحیه‌ای دایروی به شعاع  $R = 3 \text{ cm}$  را نشان می‌دهد که از آن یک شار الکتریکی یکنواخت عمود

بر صفحه کاغذ و به سمت خارج می‌گذرد. شار کل گذرنده از این ناحیه به صورت  $\Phi_E = 3 \times 10^{-3} \text{ t}$  است که  $\Phi$

برحسب  $\text{V.m}$  و  $t$  برحسب  $s$  است. میدان مغناطیسی القایی  $B$  در نقطه‌ای به فاصله  $r = 2 \text{ cm}$  از مرکز دایره چند

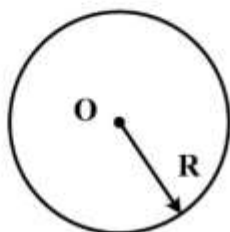
گاوس است؟

(۱)  $1.8 \times 10^{-15}$

(۲)  $3.3 \times 10^{-18}$

(۳)  $1.2 \times 10^{-15}$

(۴)  $5.0 \times 10^{-18}$



۶- کدام گزینه صحیح است؟

(۱) گوشته جامد خارجی، لیتوسفر را تشکیل می‌دهد.

(۲) پوسته اقیانوسی با چگالی  $3 \text{ gr/cm}^3$  عمدتاً از سیلیس و آلومینیم تشکیل شده است.

(۳) هسته با چگالی  $10-13 \text{ gr/cm}^3$ ، کمتر از یک پنجم حجم کلی زمین را تشکیل می‌دهد.

(۴) بخش خارجی هسته و قسمت زیرین گوشته، براساس ویژگی‌های فیزیکی، ظاهراً مایع هستند.

۷- گوشته زمین از کدام سنگ‌ها تشکیل شده است؟

(۱) اولترامافیک (۲) مافیک (۳) حد وسط (۴) فلسیک

۸- کدام مورد درباره زلزله‌های با عمق کانونی کم صحیح است؟

(۱) چندان مخرب نیستند.

(۲) در حاشیه ورقه‌های همگرا روی می‌دهند.

(۳) عمق کانون آن‌ها بین  $300-70$  کیلومتر است.

(۴) در حاشیه ورقه‌های واگرا و ترانسفورم روی می‌دهند.

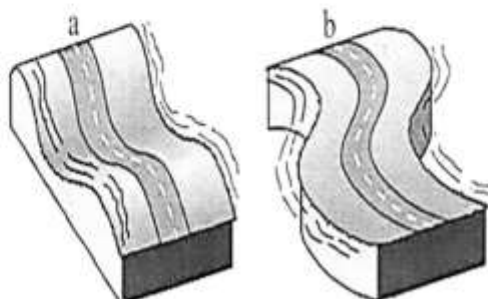
۹- در شکل مقابل، کدام گزینه صحیح است؟

(۱) a: S-wave b: P-wave

(۲) a: R-wave b: L-wave

(۳) a: P-wave b: L-wave

(۴) a: L-wave b: R-wave



۱۰- انرژی آزاد شده در یک زلزله با بزرگی ۶ در مقیاس ریشتر، با انرژی آزاد شده چند زلزله با بزرگی ۳ در مقیاس مشابه، برابر خواهد بود؟

(۱) ۳۰

(۲) ۹۰۰

(۳) ۹۰۰۰

(۴) ۲۷۰۰۰

۱۱- سیگنال گسسته‌ای با  $N$  نمونه محدود موجود است. کدام گزینه در مورد طیف فوریه آن درست است؟

(۱) طیف فوریه آن پیوسته و غیرتناوبی است.

(۲) طیف فوریه آن پیوسته و تناوبی با دوره  $2\pi$  است.

(۳) طیف فوریه آن گسسته و غیرتناوبی است.

(۴) طیف فوریه آن گسسته و تناوبی با دوره  $2N$  است.

۱۲- کدام خاصیت هم‌میخت سیگنال‌ها در ساده‌سازی اتصالات موازی سیستم‌های LTI کاربرد دارد؟

(۱) خاصیت جابه‌جایی

(۲) خاصیت توزیع‌پذیری

(۳) خاصیت شرکت‌پذیری

(۴) خاصیت جابه‌جایی و شرکت‌پذیری هم‌زمان

۱۳- تحت کدام یک از فرکانس‌های نمونه‌برداری ذکر شده در گزینه‌ها، از دو سیگنال پیوسته زیر نمونه‌های مشابهی حاصل می‌شود؟

$$x_1(t) = \cos 100\pi t$$

$$x_2(t) = \cos 80\pi t$$

(۱) ۳۵ هرتز

(۲) ۵۵ هرتز

(۳) ۶۰ هرتز

(۴) ۹۰ هرتز

۱۴- اگر  $f(t) = p(t)$  و  $h(t) = e^{-(t-2)}u(t-2)$  باشد. هنگامی که بازه  $t$  به صورت  $-4 < t < -2$  تعریف شده باشد، نتیجه کراس کورلیشن بین این دو تابع کدام است؟

(۱)  $1 - e^2 e^t$

(۲)  $e^t e^2 (e-1)$

(۳)  $\frac{1}{2} e^t (e-1)$

(۴)  $\frac{1}{2} e^2 (e^t + 2)$

۱۵- اگر خروجی یک سیستم LTI گسسته به سیگنال ورودی پله واحد  $u(n)$  به صورت  $2\left(\frac{1}{3}\right)^n u(n)$  باشد، خروجی

سیستم به ورودی  $\left(\frac{1}{3}\right)^n u(n)$  کدام است؟

$$y(n) = 2\left(\frac{1}{3} + \frac{1}{3}\right)^n u(n) \quad (۲)$$

$$y(n) = 2\left(\frac{1}{6}\right)^n u(n) \quad (۱)$$

$$y(n) = \left[-6\left(\frac{1}{3}\right)^n + 8\left(\frac{1}{3}\right)^n\right] u(n) \quad (۴)$$

$$y(n) = 2\left[\left(\frac{1}{3}\right)^n + \left(\frac{1}{3}\right)^n\right] u(n) \quad (۳)$$

- ۱۶- لاپلاسیان میدان پتانسیل در داخل و خارج جرم کروی به ترتیب برابر است با:
- (۱)  $4\pi\rho$  و صفر (۲) صفر و  $4\pi\rho$  (۳) صفر و  $4\pi G\rho$  (۴)  $4\pi G\rho$  و صفر
- ۱۷- بی‌هنجاری بوگه در مناطق اقیانوسی زمین و مناطق کوهستانی زمین به‌طور معمول و به ترتیب چه علامتی دارد؟
- (۱) مثبت - منفی (۲) منفی - منفی (۳) مثبت - مثبت (۴) منفی - مثبت
- ۱۸- کدام یک از روابط زیر مربوط به پتانسیل گرانی زمین صحیح است؟
- (G ثابت جهانی جاذبه،  $\rho$  دانسیته،  $\ell$  فاصله بازگشتی و  $\omega$  سرعت زاویه‌ای دوران زمین است.)
- (۱)  $w(x,y,z) = G \iiint \rho \frac{dv}{\ell} + \frac{1}{2} \omega^2 (x^2 + y^2)$
- (۲)  $w(x,y,z) = G \iiint \rho \frac{dv}{\ell^2} + \frac{1}{2} \omega (x^2 + y^2)$
- (۳)  $w(x,y,z) = G \iiint \rho \frac{dv}{\ell} + \frac{1}{2} \omega (x^2 + y^2)$
- (۴)  $w(x,y,z) = G \iiint \rho \frac{dv}{\ell^2} + \frac{1}{2} \omega^2 (x^2 + y^2)$
- ۱۹- کدام یک از توابع زیر برای همانندسازی میدان پتانسیل کره زمین کاربرد دارند؟
- (۱) تابع بسل (۲) تابع لژاندر (۳) تابع فوریه (۴) تابع لاپلاس
- ۲۰- کدام یک از عبارات زیر در مورد جزر و مد صحیح است؟
- (۱) مقدار جزر و مد همواره مثبت است که از داده‌های گرانی بایستی کم شود.  
 (۲) مقدار جزر و مد همواره منفی است که به داده‌های گرانی بایستی اضافه شود.  
 (۳) مقدار جزر و مد مثبت و منفی است که به داده‌های گرانی اضافه می‌شود.  
 (۴) مقدار جزر و مد مثبت و منفی است که از داده‌های گرانی کم می‌شود.
- ۲۱- اگر اندازه‌گیری روی پوششی از یخ به ضخامت  $d$  و ارتفاع از ژئوئید  $h$  انجام شود آنومالی بوگه کامل از کدام یک از روابط زیر به دست می‌آید؟ ( $\delta g_\theta$  تصحیح عرض جغرافیایی،  $\sigma_{ice}$  دانسیته یخ،  $\sigma_r$  دانسیته زمین و  $\delta_{ter}$  تصحیح توپوگرافی است)
- (۱)  $g_{CB} = g_{obs} \pm \delta g_\theta + \frac{1}{3} \cdot 0.86 h - 4\pi G[\sigma_{ice} d + \sigma_r (h - d)] + \delta_{ter}$
- (۲)  $g_{CB} = g_{obs} \pm \delta g_\theta + \frac{1}{3} \cdot 0.86 h - 2\pi G[\sigma_{ice} d - \sigma_r (h - d)] + \delta_{ter}$
- (۳)  $g_{CB} = g_{obs} \pm \delta g_\theta + \frac{1}{3} \cdot 0.86 h - 2\pi G[\sigma_{ice} d + \sigma_r (h - d)] + \delta_{ter}$
- (۴)  $g_{CB} = g_{obs} \pm \delta g_\theta + \frac{1}{3} \cdot 0.86 h - 4\pi G[\sigma_{ice} d - \sigma_r (h - d)] + \delta_{ter}$
- ۲۲- در برداشت‌های گرانی‌سنجی، از یک دستگاه گرانی‌سنج با دقت اندازه‌گیری  $30^\circ$  میکروگال مورد استفاده قرار گرفته است. اگر بخواهیم از بیشترین توان تفکیکی این دستگاه در اندازه‌گیری میزان گرانی استفاده نماییم، بیشترین خطای مجاز در تعیین ارتفاع ایستگاه برداشت تقریباً کدام است؟
- (۱) ۱۰ میلی‌متر (۲) ۱۵ میلی‌متر (۳) ۱۵ سانتی‌متر (۴) ۱۰ سانتی‌متر

۲۳- در یک منطقه اکتشافی جهت عملیات گرانی، عرض جغرافیایی ۱۵ درجه جنوبی به عنوان خط مبنا در نظر گرفته شده است. اگر مقدار تصحیح عرض جغرافیایی با رابطه  $\delta g_1 = 0.812d \sin 2\phi$  محاسبه شود، برای ایستگاهی که در فاصله ۵۰۰ متری جنوب خط مبنا قرار دارد، تصحیح عرض جغرافیایی چقدر و چگونه به مقدار گرانی مشاهده‌ای آن اعمال می‌شود؟

(۱) مقدار ۰/۲۰۳ میلی‌گال باید به مقدار قرائت شده ایستگاه مورد نظر اضافه شود.

(۲) مقدار ۰/۲۰۳ میلی‌گال باید از مقدار قرائت شده ایستگاه مورد نظر کم شود.

(۳) مقدار ۰/۲۰۳ میلی‌گال باید به مقدار قرائت شده ایستگاه مورد نظر اضافه شود.

(۴) مقدار ۰/۲۰۳ میلی‌گال باید از مقدار قرائت شده ایستگاه مورد نظر کم شود.

۲۴- اساس روش نلتون در تخمین چگالی یک پروژه اکتشافی بر چه مبنایی استوار است؟

(۱) انتخاب مقدار چگالی برای منحنی بوگه کامل که کمترین وابستگی را به توپوگرافی داشته باشد.

(۲) انتخاب مقدار چگالی برای منحنی بوگه ساده که کمترین وابستگی را به توپوگرافی داشته باشد.

(۳) انتخاب مقدار چگالی برای منحنی بوگه کامل که بیشترین وابستگی را به توپوگرافی داشته باشد.

(۴) انتخاب مقدار چگالی برای منحنی بوگه ساده که بیشترین وابستگی را به توپوگرافی داشته باشد.

۲۵- برای گرادیان اول و دوم قائم گرانی کدام گزینه صحیح است؟

$$(1) \frac{6}{r^2}g, \frac{2}{r}g \quad (2) \frac{6}{r^4}g, \frac{2}{r^3}g \quad (3) \frac{2}{r^4}g, \frac{1}{r^3}g \quad (4) \frac{1}{r^2}g, \frac{2}{r}g$$

۲۶- همه موارد زیر از اهداف اکتشافی در روش گرانی‌سنجی هستند، به جز:

(۱) گنبد‌های نمکی

(۲) لایه‌های موازی

(۳) کانسارهای معدنی و حفرات زیر سطحی

(۴) کاربردهای هیدروژئولوژی

۲۷- حفره کارستی کروی شکل در یک توده آهکی توسط عملیات گرانی‌سنجی با مقدار بیشینه آنومالی بوگه ۰/۰۸ -

میلی‌گال شناسایی شده است. اگر عمق مرکزی این حفره نسبت به سطح زمین به اندازه ۳ برابر شعاع حفره باشد، شعاع این حفره چند متر است؟

$$G = \frac{200}{3} \times 10^{-12} \text{ (MKS)}, \rho = 2700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\Delta g_z = G \cdot \Delta M \times \frac{z}{(\sqrt{x^2 + y^2 + z^2})^2}$$

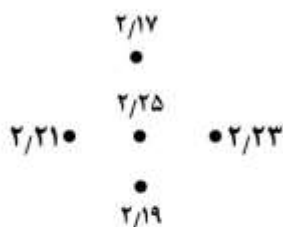
$$\frac{10}{\pi} \quad (1)$$

$$\frac{15}{\pi} \quad (2)$$

$$\frac{20}{\pi} \quad (3)$$

$$\frac{30}{\pi} \quad (4)$$

۲۸- نقشه زیر موقعیت نقاط اندازه گیری و میزان گرانی هر ایستگاه بر حسب میلی گال را در یک شبکه منظم مربعی به فاصله ۵۰۰ متر نشان می دهد. مقدار آنومالی باقیمانده در نقطه میانی چند است؟



(۱) ۴۰ میکروگال

(۲) ۵۰ میکروگال

(۳) ۲/۲ میلی گال

(۴) ۴/۴۵ میلی گال

۲۹- به منظور گسترش شبکه ایستگاه های مینا در یک منطقه اکتشافی، جهت سرشکنی خطاها از روش چند ضلعی و مثلثی استفاده می شود. در این حالت مقدار خطای مجاز در درون حلقه های مورد بررسی کدام است؟ (n تعداد اضلاع چند ضلعی مورد بررسی است.)

$$(۱) ۰/۰۸\sqrt{n}$$

$$(۲) ۰/۰۴\sqrt{\frac{1}{n}}$$

$$(۳) ۰/۰۴\sqrt{n}$$

$$(۴) ۰/۰۶\sqrt{n}$$

۳۰- کدام یک از روابط زیر برای تعیین گرادیان دوم قائم از روش تبدیل فوریه صحیح است؟ (g آنومالی گرانی، k عدد موج و f تبدیل فوریه است.)

$$(۱) f \left[ \frac{\partial^2 g}{\partial z^2} \right] = |k| f[g]$$

$$(۲) f \left[ \frac{\partial^2 g}{\partial z^2} \right] = |k|^2 f[g]$$

$$(۳) f \left[ \frac{\partial^2 g}{\partial z^2} \right] = |k|^{\frac{1}{2}} f[g]$$

$$(۴) f \left[ \frac{\partial^2 g}{\partial z^2} \right] = |k|^{\frac{2}{3}} f[g]$$

۳۱- کدام یک از عبارات زیر برای تبدیل هیلبرت صحیح است؟

(۱) برای تبدیل گرادیان افقی به قائم به کار می رود و  $۹۰^\circ$  تغییر فاز منفی دارد.

(۲) برای تبدیل گرادیان قائم به افقی به کار می رود و  $۹۰^\circ$  تغییر فاز مثبت دارد.

(۳) برای تبدیل گرادیان افقی به قائم به کار می رود و  $۱۸۰^\circ$  تغییر فاز منفی دارد.

(۴) برای تبدیل گرادیان افقی به قائم به کار می رود و  $۱۸۰^\circ$  تغییر فاز مثبت دارد.

- ۳۲- روش تبدیل گرانی کاذب در مورد کدام یک از موارد زیر کاربرد دارد؟  
 (۱) هماتیت با وزن مخصوص پایین  
 (۲) هماتیت با وزن مخصوص بالا  
 (۳) منیتیت با وزن مخصوص بالا  
 (۴) منیتیت با وزن مخصوص پایین
- ۳۳- از فیلترهای فاز محلی در کدام یک از موارد زیر استفاده می شود؟  
 (۱) تعیین لبه آنومالی های گرانی و تخمین عمق حداکثر آنومالی گرانی  
 (۲) تخمین عمق حداکثر آنومالی گرانی  
 (۳) تخمین عمق حداقل آنومالی های گرانی  
 (۴) تعیین لبه و تخمین عمق متوسط آنومالی گرانی
- ۳۴- به منظور محاسبه سیگنال تحلیلی یا "Analytic signal" داده های گرانی سنجی در حوزه فوریه در صورتی که  $k$  عدد موج باشد، کدام گزینه صحیح است؟  
 (۱) طیف فوریه داده ها تنها برای  $k > 0$  در تابع  $\text{sgn}(k)$  ضرب شده، آنگاه تبدیل فوریه معکوس گرفته می شود.  
 (۲) طیف فوریه داده ها به ازاء  $k < 0$  بدون تغییر و  $k > 0$ ، دو برابر می شود، آنگاه تبدیل فوریه معکوس گرفته می شود.  
 (۳) طیف فوریه داده ها به ازاء کلیه مقادیر  $k$ ، باید در تابع علامت یا  $\text{sgn}(k)$  ضرب شود، آنگاه تبدیل فوریه معکوس گرفته می شود.  
 (۴) طیف فوریه داده ها را به ازاء  $k > 0$ ، دو برابر کرده و به ازاء  $k < 0$  برابر صفر قرار داده، آنگاه تبدیل فوریه معکوس گرفته می شود.
- ۳۵- در تخمین عمق داده های گرانی سنجی به وسیله تبدیل موجک (wavelet Transform)، پارامتر scale یک موجک مستقیماً با کدام یک از خصوصیات منشأ آنومالی گرانی (بی هنجاری گرانی) در ارتباط است؟  
 (۱) عمق بی هنجاری گرانی  
 (۲) ابعاد و گسترش سطحی آنومالی گرانی  
 (۳) مشتقات افقی درجه اول داده های گرانی  
 (۴) مشتقات قائم درجه اول داده های گرانی
- ۳۶- فرم تقریبی تابع استوکس زمانی که زاویه بازگشتی ( $\psi$ ) به صفر میل می کند کدام یک از روابط زیر است؟  
 (۱)  $s(\psi) \approx \frac{2}{\sin \psi}$   
 (۲)  $s(\psi) \approx \frac{2}{\psi}$   
 (۳)  $s(\psi) \approx \frac{2}{\psi} - \frac{6 \sin \psi}{2}$   
 (۴)  $s(\psi) \approx \frac{1}{\psi} + 1 - \Delta \cos \psi$
- ۳۷- هارمونیک های گروهی و بیضوی به ترتیب از چه توابع ریاضی استفاده می کنند؟  
 (۱) لژاندر نوع اول و لژاندر نوع دوم  
 (۲) لژاندر نوع دوم و تابع بسل  
 (۳) لژاندر نوع اول و تابع بسل  
 (۴) لژاندر نوع دوم و لژاندر نوع اول
- ۳۸- مسئله مقدار مرزی دریکله از بسط کدام یک از مقادیر زیر استفاده می کند؟  
 (۱) گرانی روی مرز  
 (۲) مشتق گرانی روی مرز  
 (۳) پتانسیل گرانشی روی مرز  
 (۴) مشتق پتانسیل گرانشی روی مرز
- ۳۹- اگر  $A$  و  $B$  ممان های اینرسی در استوا و  $C$  ممان اینرسی قطبی و  $K$  ثابت جهانی جاذبه باشد، کدام یک از روابط زیر مربوط به جمله درجه ۲ چند جمله ای لژاندر است؟

$$A_{r_0} = K \left( \frac{A+B}{2} - C \right) \quad (2)$$

$$A_{r_0} = K(C - A + B) \quad (4)$$

$$A_{r_0} = K \left( C - \frac{A+B}{2} \right) \quad (1)$$

$$A_{r_0} = K(A + B - C) \quad (3)$$



- ۴۰- در ژئودزی فیزیکی توابع هارمونیک جواب‌های کدام معادله می‌باشد؟  
 (۱) دریکله (۲) اویلر (۳) پواسون (۴) لاپلاس
- ۴۱- کدام عبارت در مسئله سوم مقادیر مرزی تئوری پتانسیل بر روی سطح S مفروض است؟  
 (۱)  $v$  (۲)  $Kn + \frac{\partial v}{\partial n}$  (۳)  $\frac{\partial v}{\partial n}$  (۴)  $hv + k \frac{\partial v}{\partial n}$
- ۴۲- کدام یک، از انواع توابع هارمونیک‌های کروی نمی‌باشد؟  
 (۱) تسروئید (۲) زونال (۳) سکتوریال (۴) تسرال
- ۴۳- فرمول معروف برونز و رابطه مبنایی ژئودزی فیزیکی به ترتیب کدام پارامترها را به پتانسیل آشفته  $T(x, y, z)$  مربوط می‌کند؟  
 (۱) موجوارگی زمینوار - بردار آشفستگی گرانی  
 (۲) تغییرات شتاب جاذبه نرمال - بردار آشفستگی گرانی  
 (۳) موجوارگی زمینوار - بی‌هنجاری گرانی اندازه‌گیری شده  
 (۴) تغییرات شتاب جاذبه نرمال - گرادیان قائم پتانسیل آشفته
- ۴۴- با فرض ثابت بودن چگالی و سرعت زاویه‌ای زمین، رابطه گرادیان قائم میدان گرانی با انحناء سطوح هم پتانسیل به کدام صورت است؟ (g شتاب جاذبه است).  
 (۱) غیرخطی بوده و رابطه آن به صورت  $\frac{1}{-2g}$  است.  
 (۲) غیرخطی بوده و رابطه آن به صورت  $\frac{1}{-g}$  است.  
 (۳) خطی بوده و شیب خط مقدار  $-g$  است.  
 (۴) خطی بوده و شیب خط مقدار  $-2g$  است.
- ۴۵- در ارتباط با فرمول انتگرال استوکس در ژئودزی فیزیکی کدام گزینه نادرست است؟ (N موجوارگی زمینوار است)  
 (۱) در فرمول انتگرال استوکس با تقریب‌زنی کروی خطا از مرتبه  $N \cdot 10^{-3}$  است.  
 (۲) در فرمول انتگرال استوکس که در آن از هارمونیک‌های بیضوی استفاده شده است خطا از مرتبه  $N \cdot 10^{-3}$  است.  
 (۳) فرمول انتگرال استوکس زمینوار را با استفاده از اندازه‌گیری ناهنجاری‌های گرانی روی سطح زمین محاسبه می‌کند.  
 (۴) انتگرال استوکس موجوارگی زمینوار را با استفاده از تقریب‌زنی کروی معادله بنیادی ژئودزی فیزیکی محاسبه می‌کند.





