



سؤالات چهارگزینه‌ای و نکات جامع ژئودزی

ویرایش جدید

به همراه شرح کامل مطالب درسی

به همراه آزمونهای ارشد سراسری و آزاد از سال ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۶



تألیف:

مهندس سعید حاجی آقاچانی

(دانش پژوه دکتری نقشه برداری دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی)

زیر نظر:

دکتر مهدی نجفی علمداری

(دانشیار دانشکده نقشه برداری دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی)



سرشناسه:
عنوان و نام پدیدآور:
مشخصات نشر:
مشخصات ظاهری:
شابک:
وضعیت فهرست نویسی:
موضوع:
موضوع:
شناسه افزوده:
رده‌بندی کنگره:
رده‌بندی دیویی:
شماره کتابشناسی ملی:

حاجی آقاجانی، سعید، ۱۳۶۹-
سوالات چهارگزینه‌ای و نکات جامع ژئودزی (به همراه شرح کامل مطالب درسی) /
مؤلف: سعید حاجی آقاجانی؛ زیر نظر مهدی نجفی علمداری.
تهران: نوآور.
۲۸۰ص.
۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۱۲۹-۵
فیپا
ژئودزی - راهنمای آموزشی (عالی)
ژئودزی - آزمون‌ها و تمرین‌ها (عالی)
نجفی علمداری، مهدی، ناظر
۱۳۹۲ م ۲، QB۲۸۱
۵۲۶/۱
۳۱۷۲۹۳۴

سوالات چهارگزینه‌ای و نکات جامع ژئودزی



نشر نوآور

تألیف: مهندس سعید حاجی آقاجانی
زیر نظر: دکتر مهدی نجفی علمداری
ناشر: نوآور
شمارگان: ۵۰۰ نسخه
مدیر تولید: محمدرضا نصیرنیا
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۱۲۹-۵

مرکز پخش:

نوآور، تهران، خیابان انقلاب، خیابان فخررازی، خیابان شهدای
ژاندارمری نرسیده به خیابان دانشگاه ساختمان ایرانیان، پلاک ۵۸
طبقه اول، واحد ۳ تلفن: ۹۲-۶۶۴۸۴۱۹۱، www.noavarpub.com

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلفان
و مصنفان مصوب سال ۱۳۴۸ برای ناشر محفوظ و منحصرأ
متعلق به نشر نوآور می‌باشد. لذا هر گونه استفاده از کل یا
قسمتی از این کتاب (از قبیل هر نوع چاپ، فتوکپی، اسکن،
عکس‌برداری، نشر الکترونیکی، هر نوع انتشار به صورت
اینترنتی، سی‌دی، دی‌وی‌دی، فیلم فایل صوتی یا تصویری و
غیره) بدون اجازه کتبی از نشر نوآور ممنوع بوده و شرعاً حرام
است و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

فهرست مطالب

.....	مقدمه	۵
.....	فصل اول: ژئودزی ۱	۷
.....	سؤالات درس ژئودزی ۱ در کنکورهای ارشد سراسری و آزاد از سال ۸۷ تا ۹۶	۴۲
.....	پاسخنامه سؤالات ژئودزی ۱ در کنکورهای ارشد سراسری و آزاد از سال ۸۷ تا ۹۶	۴۸
.....	فصل دوم: ژئودزی ۲	۵۳
.....	سؤالات درس ژئودزی ۲ در کنکورهای ارشد سراسری و آزاد از سال ۸۷ تا ۹۶	۹۱
.....	پاسخنامه سؤالات درس ژئودزی ۲ در کنکورهای ارشد سراسری و آزاد از سال ۸۷ تا ۹۶	۱۰۰
.....	فصل سوم: نجوم ژئودزی	۱۰۹
.....	سؤالات کنکور ارشد سراسری، آزاد و تألیفی درس نجوم ژئودزی	۱۲۱
.....	پاسخنامه سؤالات کنکور ارشد سراسری، آزاد و تألیفی درس نجوم ژئودزی	۱۲۴
.....	فصل چهارم: ژئودزی ماهواره‌ای	۱۲۷
.....	سؤالات درس ژئودزی ماهواره‌ای در کنکورهای ارشد سراسری و آزاد از سال ۸۷ تا ۹۶	۱۷۷
.....	پاسخنامه سؤالات درس ژئودزی ماهواره‌ای در کنکورهای ارشد سراسری و آزاد از سال ۸۷ تا ۹۶	۱۹۱
.....	فصل پنجم: ژئودزی فیزیکی	۲۰۳
.....	سؤالات درس ژئودزی فیزیکی در کنکورهای ارشد سراسری و آزاد از سال ۸۷ تا ۹۶	۲۵۳
.....	پاسخنامه سؤالات درس ژئودزی فیزیکی در کنکورهای ارشد سراسری و آزاد از سال ۸۷ تا ۹۶	۲۶۵
.....	منابع	۲۸۰

نشر نوآور ضمن ارج نهادن و قدردانی از اعتماد شما به کتاب‌های این انتشارات، به استحضارتان می‌رساند که همکاران این انتشارات، اعم از مؤلفان و مترجمان و کارگروه‌های مختلف آماده‌سازی و نشر کتاب، تمامی سعی و همت خود را برای ارائه کتابی درخور و شایسته شما فرهیخته گرامی به کار بسته‌اند و تلاش کرده‌اند که اثری را ارائه نمایند که از حداقل‌های استاندارد یک کتاب خوب، هم از نظر محتوایی و غنای علمی و فرهنگی و هم از نظر کیفیت شکلی و ساختاری آن، برخوردار باشد.

با این وجود، علی‌رغم تمامی تلاش‌های این انتشارات برای ارائه اثری با کمترین اشکال، باز هم احتمال بروز ایراد و اشکال در کار وجود دارد و هیچ اثری را نمی‌توان الزاماً مبرا از نقص و اشکال دانست. از سوی دیگر، این انتشارات بنابه تعهدات حرفه‌ای و اخلاقی خود و نیز بنابه اعتقاد راسخ به حقوق مسلم خوانندگان گرامی، سعی دارد از هر طریق ممکن، به‌ویژه از طریق فراخوان به خوانندگان گرامی، از هرگونه اشکال احتمالی کتاب‌های منتشره خود آگاه شده و آن‌ها را در چاپ‌ها و ویرایش‌های بعدی رفع نماید.

لذا در این راستا، از شما فرهیخته گرامی تقاضا داریم در صورتی که حین مطالعه کتاب با اشکالات، نواقص و یا ایرادهای شکلی یا محتوایی در آن برخورد نمودید، اگر اصلاحات را بر روی خود کتاب انجام داده‌اید پس از اتمام مطالعه، کتاب ویرایش‌شده خود را با هزینه انتشارات نوآور، پس از هماهنگی با انتشارات، ارسال نمایید، و نیز چنانچه اصلاحات خود را بر روی برگه جداگانه‌ای یادداشت نموده‌اید، لطف کرده عکس یا اسکن برگه مزبور را با ذکر نام و شماره تلفن تماس خود به ایمیل انتشارات نوآور ارسال نمایید، تا این موارد بررسی شده و در چاپ‌ها و ویرایش‌های بعدی کتاب اعمال و اصلاح گردد و باعث هرچه پربارتر شدن محتوای کتاب و ارتقاء سطح کیفی، شکلی و ساختاری آن گردد.

نشر نوآور، ضمن ابراز امتنان از این عمل متعهدانه و مسئولانه شما خواننده فرهیخته و گرانقدر، به‌منظور تقدیر و تشکر از این همدلی و همکاری علمی و فرهنگی، در صورتی که اصلاحات درست و بجا باشند، متناسب با میزان اصلاحات، به‌رسم ادب و قدرشناسی، نسخه دیگری از همان کتاب و یا چاپ اصلاح‌شده آن و نیز از سایر کتب منتشره خود را به‌عنوان هدیه، به انتخاب خودتان، برایتان ارسال می‌نماید، و در صورتی که اصلاحات تأثیرگذار باشند در مقدمه چاپ بعدی کتاب نیز از زحمات شما تقدیر می‌شود.

همچنین نشر نوآور و پدیدآورندگان کتاب، از هرگونه پیشنهادها، نظرات، انتقادات و راه‌کارهای شما عزیزان در راستای بهبود کتاب، و هرچه بهتر شدن سطح کیفی و علمی آن صمیمانه و مشتاقانه استقبال می‌نمایند.



نشر نوآور

تلفن: ۲-۶۶۴۸۴۱۹۱

www.noavarpub.com

info@noavarpub.com

با توجه به خلا شدیدی که در منابع فارسی رشته‌ی مهندسی نقشه‌برداری در ایران داریم بر آن شدم تا مجموعه‌ای که هم اکنون پیش روی شماست را به عنوان منبعی برای توضیح مفاهیم پایه و نکات دروس شاخه‌ی ژئودزی در اختیار دانشجویان کارشناسی و هم چنین متقاضیان کنکور کارشناسی ارشد قرار دهم.

مباحث ذکر شده در این مجموعه برگرفته از کتب و جزوات اساتید برجسته و طراحان کنکور کارشناسی ارشد می‌باشد و شامل دروس شاخه ژئودزی (ژئودزی یک، ژئودزی دو، ژئودزی ماهواره‌ای، نجوم ژئودزی و ژئودزی فیزیکی) به همراه تست‌های طبقه‌بندی شده کنکورهای ارشد سراسری و آزاد است.

لازم به ذکر است از این ویرایش درس ژئودزی فیزیکی به همراه تست‌های آن به درخواست دانشجویان عزیز به مباحث این کتاب اضافه گردید.

بر خود لازم می‌دانم زحمات اساتید بزرگووارم آقایان دکتر بهزاد وثوقی و دکتر مسعود مشهدی حسینی را ارج نهم و از این عزیزان که افتخار شاگردی ایشان را داشته‌ام صمیمانه سپاس‌گزاری کنم.

در پایان از زحمات و کمک‌های بی‌دریغ خانواده عزیزم که مرا در تمام مراحل زندگی به ویژه در تالیف این کتاب همراهی نمودند تشکر و قدردانی می‌نمایم. پر واضح است این کتاب نیز مانند سایر کتب علمی ممکن است نواقص یا کمبودهایی به همراه داشته باشد که امیدوارم با همکاری شما دانشجویان گرامی و کمک اساتید بزرگووار نواقص احتمالی در ویرایش‌های بعدی برطرف گردد.

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب سال ۱۳۴۸ و آیین‌نامه اجرایی آن مصوب ۱۳۵۰، برای ناشر محفوظ و منحصراً متعلق به نشر نوآور است. لذا هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از مطالب، اشکال، نمودارها، جداول، تصاویر این کتاب در دیگر کتب، مجلات، نشریات، سایت‌ها و موارد دیگر، و نیز هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از کتاب به هر شکل از قبیل هر نوع چاپ، فتوکپی، اسکن، تایپ از کتاب، تهیه پی‌دی‌اف از کتاب، عکس‌برداری، نشر الکترونیکی، هر نوع انتشار به صورت اینترنتی، سی‌دی، دی‌وی‌دی، فیلم، فایل صوتی یا تصویری و غیره بدون اجازه کتبی از نشر نوآور ممنوع و غیرقانونی بوده و شرعاً نیز حرام است، و متخلفین تحت پیگرد قانونی و قضایی قرار می‌گیرند. با توجه به اینکه هیچ کتابی از کتب نشر نوآور به صورت فایل ورد یا پی‌دی‌اف و موارد این چنین، توسط این انتشارات در هیچ سایت اینترنتی ارائه نشده است، لذا در صورتی که هر سایتی اقدام به تایپ، اسکن و یا موارد مشابه نماید و کل یا قسمتی از متن کتب نشر نوآور را در سایت خود قرار داده و یا اقدام به فروش آن نماید، توسط کارشناسان امور اینترنتی این انتشارات، که مسئولیت اداره سایت را به عهده دارند و به طور روزانه به بررسی محتوای سایت‌ها می‌پردازند، بررسی و در صورت مشخص شدن هرگونه تخلف، ضمن اینکه این کار از نظر قانونی غیرمجاز و از نظر شرعی نیز حرام می‌باشد، وکیل قانونی انتشارات از طریق وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، پلیس فتا (پلیس رسیدگی به جرایم رایانه‌ای و اینترنتی) و نیز سایر مراجع قانونی، اقدام به مسدود نمودن سایت متخلف کرده و طی انجام مراحل قانونی و اقدامات قضایی، خاطیان را مورد پیگرد قانونی و قضایی قرار داده و کلیه خسارات وارده به این انتشارات از متخلف اخذ می‌گردد.

همچنین در صورتی که هر کتابفروشی، اقدام به تهیه کپی، جزوه، چاپ دیجیتال، چاپ ریسو، آفست از کتب انتشارات نوآور نموده و اقدام به فروش آن نماید، ضمن اطلاع‌رسانی تخلفات کتابفروشی مزبور به سایر همکاران و مؤذعین محترم، از طریق وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، اتحادیه ناشران، و انجمن ناشران دانشگاهی و نیز مراجع قانونی و قضایی اقدام به استیفای حقوق خود از کتابفروشی متخلف می‌نماید.

خرید، فروش، تهیه، استفاده و مطالعه از روی نسخه غیراصل کتاب،

از نظر قانونی غیرمجاز و شرعاً نیز حرام است.

انتشارات نوآور از خوانندگان گرامی خود درخواست دارد که در صورت مشاهده هر گونه تخلف از قبیل موارد فوق، مراتب را یا از طریق تلفن‌های انتشارات نوآور به شماره‌های ۰۲۱-۶۶۴۸۴۱۹۱ و ۰۹۱۲۳۰۷۶۷۴۸ و یا از طریق ایمیل انتشارات به آدرس info@noavarpub.com و یا از طریق منوی تماس با ما در سایت www.noavarpub.com به این انتشارات ابلاغ نمایند، تا از تضييع حقوق ناشر، پدیدآورنده و نیز خود خوانندگان محترم جلوگیری به عمل آید، و نیز به‌عنوان تشکر و قدردانی، از کتب انتشارات نوآور نیز هدیه دریافت نمایند.

فصل اول

ژئودزی ۱

* بررسی انواع حرکات زمین

- (۱) حرکت زمین و کهکشان ما نسبت به سایر کهکشانها
 - (۲) دوران زمین و منظومه در کهکشان
 - (۳) گردش زمین به دور خورشید
 - (۴) گردش زمین به دور خود
- حرکات ۱ و ۲ تأثیری روی سیستم‌های اندازه‌گیری ما ندارند.

* فرضیات در نظر گرفته شده برای حرکت دورانی زمین به دور خودش:

- (۱) زمین یک جسم صلب است.
 - (۲) شکل زمین کروی است.
 - (۳) دانسیته درون زمین را شعاعی در نظر می‌گیریم و از تغییرات جانبی صرف‌نظر می‌کنیم.
- در واقع زمین را ژيروسکوپ (جسمی وزین و بزرگ) در نظر گرفتیم.

* نتایج فرضیات فوق:

- (۱) از فرضیه اول نتیجه می‌گیریم تحت تأثیر نیروهای سایر اجسام زمین تغییر شکل نمی‌دهد.

- (۲) براساس فرضیه دوم هیچ گشتاور خارجی به زمین وارد نمی‌شود.
- (۳) براساس فرضیات دوم و سوم میدان جاذبه زمین را شعاعی در نظر می‌گیریم.

* یادآوری سیستم‌های اینرشیال و غیر اینرشیال برای بررسی قوانین حاکم بر حرکت:

- سیستم اینرشیال: این سیستم یا در فضا ثابت است یا با سرعت ثابتی حرکت می‌کند.
- این سیستم برای تعیین زمان به کار می‌رود.



برای برداری مثل \vec{A} در این سیستم مشتق نسبت به زمان از این رابطه بدست می‌آید:

$$\frac{d\vec{A}}{dt} = \frac{d^* \vec{A}}{dt} + \omega \times \vec{A}$$

سیستم غیراینرشیاال: این سیستم هم مبدأ با سیستم اینرشیاال است ولی در فضا ثابت نیست و با سرعتی ثابت یا متغیر حول یک محور دوران می‌کند. مشتق را در این سیستم با علامت * نشان می‌دهیم.

* قوانین حاکم بر حرکت دورانی یک جسم صلب:

$$\vec{N} = \frac{d\vec{L}}{dt} = \frac{d^* \vec{L}}{dt} + \omega \times \vec{L}$$

$$\vec{L} = I \cdot \omega$$

I: ممان اینرسی جسم در حال دوران

ω : بردار سرعت زاویه‌ای

L: اندازه حرکت زاویه‌ای در دوران

N: برآیند گشتاورهای نیروهای خارجی مؤثر

نکته: فاصله زاویه‌ای که بردار \vec{B} در فاصله زمانی Δt طی کرده (β):

$$\frac{d\beta}{dt} = \omega \times B$$

$$\frac{d^* \vec{I}}{dt} = 0, \quad I = \text{diag}(I_1, I_2, I_3)$$

* **نکته:** ماتریس I قطری است.

$$\Rightarrow \vec{N} = I \cdot \frac{d\omega}{dt} + \omega \times (I \cdot \omega) = 0$$

ماتریس I ماتریس تنسور اینرشیاال است که به شکل زیر قابل محاسبه است و به سیستم مختصات بستگی دارد:

$$I = \begin{bmatrix} \int (y^2 + z^2) \delta dv & \int xy \delta dv & \int xz \delta dv \\ \int yx \delta dv & \int (x^2 + z^2) \delta dv & \int yz \delta dv \\ \int zx \delta dv & \int zy \delta dv & \int (x^2 + y^2) \delta dv \end{bmatrix}$$

اگر محورهای دوران بر محورهای سیستم طبیعی زمین منطبق باشند ماتریس تنسور اینرشیاال به این شکل خواهد بود:

$$I = \begin{bmatrix} I_{x\max} & & \\ & I_{y\max} & \\ & & I_{z\max} \end{bmatrix}$$

* با تغییر ناظری که حرکت دورانی نسبت به آن سنجیده می‌شود ماتریس حرکت نیز تغییر

می‌کند.

* معادله اوپلر برای حرکت نوتیشن آزاد:

$$\ddot{\bar{\omega}} = \frac{d\bar{\omega}}{dt} \rightarrow I\ddot{\bar{\omega}} + \bar{\omega} \times (I\bar{\omega}) = 0$$

توجه داشته باشید دامنه حرکت نوتیشن آزاد با این معادله بدست نمی‌آید:

$$\begin{bmatrix} I_1 & & & \\ & I_2 & & \\ & & I_3 & \\ & & & I_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{\omega}_1 \\ \dot{\omega}_2 \\ \dot{\omega}_3 \\ \dot{\omega}_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & -\omega_3 & \omega_2 \\ \omega_3 & 0 & -\omega_1 \\ -\omega_2 & \omega_1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 & & \\ & I_2 & \\ & & I_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \omega_1 \\ \omega_2 \\ \omega_3 \end{bmatrix} = 0$$

برای زمین می‌توان $I_1 \approx I_2$ گرفت. در نتیجه خواهیم داشت:

$$\rightarrow \begin{cases} I_1 \dot{\omega}_1 + (I_3 - I_2) \omega_3 \omega_2 = 0 \\ I_2 \dot{\omega}_2 + (I_1 - I_3) \omega_1 \omega_3 = 0 \\ I_3 \dot{\omega}_3 + (I_2 - I_1) \omega_2 \omega_1 = 0 \end{cases}$$

$$\rightarrow \begin{cases} \omega_1(t) = \beta \cos\left(\frac{I_3 - I_1}{I_1} \mu t + \phi\right) \\ \omega_2(t) = \beta \sin\left(\frac{I_3 - I_1}{I_1} \mu t + \phi\right) \\ \omega_3(t) = \mu \end{cases} \Rightarrow \text{حرکت محور دوران مخروطی و پادساعتگرد است.}$$

* ϕ, β (دامنه و فاز) ثابت‌های انتگرال‌گیری هستند که به علت ذاتی بودن حرکت نمی‌توان آن‌ها را با ریاضیات یافت.

* نتایج معادلات فوق:

(۱) امتداد بردار $\bar{\omega}$ ، در هر لحظه نشان دهنده‌ی امتداد محور دوران لحظه‌ای است در واقع می‌توان گفت زمین حول $\bar{\omega}$ دوران می‌کند.

(۲) هیچ عاملی در حرکت زمین دخالت ندارد و محور دوران زمین بر اکلیپتیک عمود نیست و این دلیل برابر نبودن طول شب و روز در دو نیمکره است.

* چند تعریف ساده برای بررسی حرکات محور دوران:

* صفحه‌ی اکلیپتیک: صفحه‌ای است که زمین روی آن به دور خورشید می‌گردد و با استوا زاویه $23,5^\circ$ می‌سازد.

* علت پیدایش فصول: زاویه‌ی میل محور دوران در طول حرکت ثابت است پس شدت نور خورشید متغیر خواهد بود (دوری و نزدیکی خورشید از زمین در پیدایش فصول بی‌تأثیر است و خنک تر بودن بهار از تابستان به دلیل از دست رفتن انرژی در زمستان است).

* محور ماکزیمم اینرسی: این محور براساس خاصیت فیزیکی اجسام تعریف می‌شود و

اگر جسم حول آن دوران یابد نیروی خارجی لازم برای تغییر حرکت باید بسیار زیاد باشد. این محور یکتاست.

* **خط ورنال (خط اعتدالین):** خط حاصل از برخورد استوا و اقلیتیک است. روی این خط در دو نقطه طول شب و روز یکسان است و خورشید از نیمکره جنوبی به شمالی می‌آید.

* **نقاط شب‌های مساوی یا (equinoxes):** دو نقطه در مسیر گردش زمین به دور خورشید وجود دارند که در آن‌ها طول شبانه‌روز برابر ۱۲ ساعت خورشیدی است، تاریخ رسیدن زمین به این نقاط را equinoxes می‌نامند و یکی از آن‌ها زمانی است که بهار به نیمکره شمالی می‌آید و مبدأ اندازه‌گیری آن در اقلیتیک است. خط واصل مرکز ثقل خورشید و زمین در این نقطه همان خط ورنال است.

* **vernal point:** خط ورنال در میان ستاره‌ها امتداد تقریباً ثابتی است، بنابراین برای یک مشاهده کننده‌ی زمینی خورشید در لحظه‌ی شب‌های مساوی در نقطه‌ی ثابتی در میان ستاره‌ها ظاهر می‌گردد. این نقطه را Vernal point یا Vernal equinal گویند.

* **نقطه‌ی گاما (ورنال بهاری):** ورنال بهاری را گاما گویند که تغییرات ناچیزی دارد و ثابت‌ترین نقطه در جهان است، در واقع فصل مشترک استوا و اقلیتیک در جهتی است که بهار به نیمکره شمالی می‌رود.

* زاویه میل محور دوران نسبت به اقلیتیک ثابت و برابر $66,5^\circ$ است.

* زمان دوران و محور دوران زمین ثابت و یکنواخت نیستند.

* حرکات محور دوران زمین:

۱) **precession:** وقتی یک ژيروسکوپ تحت تأثیر یک ممان خارجی (جفت نیرو) قرار گیرد که غیر هم‌راستا هستند، محور دوران آن منحرف شده و مخروطی را می‌سازد که به این حرکت، پرسشن یا رقص محوری گویند.

* قسمت عمده‌ی این ممان ناشی از خورشید است و چون زمین انحراف دارد یک نیمکره با نیروی بیشتر و دیگری با نیروی کمتر جذب می‌گردد و این تفاضل نیرو باعث ایجاد گشتاور و رقص محوری می‌شود.

* در این حرکت یک مخروط تشکیل می‌شود که رأس آن مرکز ثقل زمین، محور تقارن آن خط عمود بر اقلیتیک و زاویه‌ی رأس آن 47° است. (توجه داشته باشید که مرکز ثقل مفهوم فیزیکی داشته و با مرکز جرم که مفهوم ریاضی دارد متفاوت است البته اگر شتاب جاذبه در همه جا یکسان باشد این دو مرکز یکی و برهم منطبق هستند.)

* **نکته:** ژيروسکوپ حول محور ماکزیمم اینرسی اش دوران می‌کند و متکی به خودش است و نیاز به محیط بیرون ندارد و دقت نظامی دارد.

* پرسشن ساعتگرد است و پریود این حرکت ۲۶۰۰۰ سال برابر یکسال پلتونیک است.
* عامل گردش زمین به دور خورشید نیروی جاذبه وارد بر مرکز ثقل زمین از طرف خورشید است.

* نیروی وارد از طرف خورشید و تصویر نیروی ماه بر روی اکلیپتیک باعث ایجاد پرسشن می شوند.

* اگر مرکز ثقل ژيروسکوپ دارای حرکت انتقالی باشد در این صورت محور مخروط پرسشن (محور حرکت پرسشن) عمود بر صفحه حرکت انتقالی است.

* اگر زمین کروی باشد یا محور دوران عمود بر اکلیپتیک باشد یا محور دوران روی اکلیپتیک قرار داشته باشد گشتاور به وجود نمی آید و پرسشن نداریم.

* تأثیرات حرکت:

جابجایی محور دوران زمین

جابجایی صفحه استوا

جابجایی خط اعتدالین

تغییر مختصات ورنال

* حذف تأثیرات حرکت: بایستی مختصات اجرام سماوی برحسب زمان بیان شود.

* بدیهی است ورنال هم با پرسشن پیشرفت می کند. نقطه‌ی ورنال در هر سال به اندازه‌ی ۰/۰۱۴ درجه در اکلیپتیک با سرعت ۵/۳ ثانیه در سال حرکت می کند. جهت حرکت ورنال در جهت ساعت و خلاف جهت حرکت زمین به دور خورشید است.

* دامنه‌ی این حرکت نصف زاویه رأس مخروط آن می باشد.

(۲) **نوتیشن (نوتیشن اجباری):** ماه در مسیری که با اکلیپتیک زاویه‌ی ۵°۱۲ می سازد به دور زمین حرکت می کند. این حرکت علاوه بر مخدوش ساختن مسیر حرکت زمین، باعث تغییرات کوچکی در پرسشن می شود. حرکت اضافی محور زمین علاوه بر پرسشن در اثر ماه را نوتیشن اجباری گویند.

* زاویه‌ی رأس مخروط این حرکت ۱۸/۴۲" و پریود آن ۱۸۶ سال است و علت آن چرخش مدار ماه حول محور دوران زمین با سرعت ۱۹/۳۵ درجه کمانی در سال می باشد.

* نوتیشن پادساعتگرد است و تأثیر آن روی ورنال خیلی کم است.

* چون ممان اینرسی حاصل از خورشید و ماه تابع موقعیت است، بیان حرکت ژيروسکوپی (پرسشن و نوتیشن) دشوار است.

* فصل مشترک صفحه‌ی مسیر حرکت ماه با اکلیپتیک خط نودال است.

* نحوه‌ی حذف اثرات این حرکت مانند پرسشن است.