

277

F

نام:

نام خانوادگی:

محل امضا:

بانک مقالات ایران

مرکز دانش و مقالات

علمی و پژوهشی و

سئوالات آزمونها

www.edub.ir

«اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می‌شود.»

امام خمینی (ره)



جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

سازمان سنجش آموزش کشور

صبح جمعه

۱۳۹۵/۱۲/۶

دفترچه شماره (۱)

آزمون ورودی

دوره دکتری (نیمه متمرکز) داخل - سال ۱۳۹۶

رشته امتحانی ژئوفیزیک - زلزله‌شناسی (کد ۲۲۴۱)

تعداد سؤال: ۴۵

مدت پاسخگویی: ۱۵۰ دقیقه

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤالات

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	مجموعه دروس تخصصی (فیزیک پایه ۱ و ۲ - زمین‌شناسی فیزیکی (عمومی) - فیلترهای دیجیتال - لرزه زمین‌ساخت - تئوری انتشار امواج کشسان)	۴۵	۱	۴۵

این آزمون نمره منفی دارد.

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

اسفندماه - سال ۱۳۹۵

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 متغییرین برابر مقرر رفتار می‌شود.

فیزیک پایه ۱ و ۲:

- ۱- اگر دو جسم A و B با تندیهای ثابت از یک مبدأ یکسان و همسو با هم شروع به حرکت کنند، در هر ۱۰ ثانیه ۴ متر از یکدیگر دور می‌شوند و اگر با همان تندی‌های ثابت به سمت هم حرکت کنند، در هر ثانیه، ۴ متر به یکدیگر نزدیک می‌شوند. تندی‌های حرکت v_A و v_B بر حسب متر بر ثانیه به ترتیب کدامند؟

(۱) 0.8 و 3.2

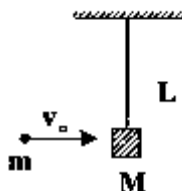
(۲) 0.8 و 2.2

(۳) 1.8 و 2.2

(۴) 1.8 و 2.2

- ۲- مطابق شکل گلوله‌ای به جرم m با تندی v_0 به یک مکعب چوبی ساکن به جرم M که از یک نخ به طول L آویزان است شلیک می‌شود و درون آن گیر می‌کند، مجموعه با دامنه زاویه‌ای θ به نوسان در می‌آید، انرژی گرمایی تولید شده در برخورد چقدر است؟

$$m = 10g, M = 90g, g = 10 \frac{m}{s^2}, L = 2m, \theta = 60^\circ, v_0 = 20 \frac{m}{s}$$



(۱) $0.1J$

(۲) $0.2J$

(۳) $1J$

(۴) $2J$

- ۳- کامیونی پر از بار و با وزن کل $30000N$ با تندی ثابت $72 \frac{km}{h}$ روی یک سطح افقی در حال حرکت است. اگر توان کل مصرفی موتور این کامیون $60kW$ باشد ضریب اصطکاک سطح مزبور کدام است؟

(۱) 0.1

(۲) 0.2

(۳) 1

(۴) 2

- ۴- یک پوسته کروی به‌طور یکنواخت باردار شده است. پتانسیل الکتریکی در مرکز کره برابر با $100V$ و در نقطه‌ای به فاصله $40cm$ از سطح آن $20V$ است. شعاع این کره چند سانتی‌متر است؟

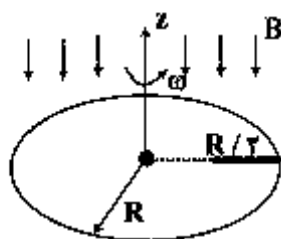
(۱) 60

(۲) 40

(۳) 20

(۴) 10

- ۵- بر روی یک صفحه دایره‌ای نارسا به شعاع R مطابق شکل یک میله مستقیم و نارسا به طول $\frac{R}{4}$ قرار گرفته و به آن چسبیده است. این صفحه حول محوری که بر آن عمود است و از مرکز آن می‌گذرد با سرعت زاویه‌ای ω می‌چرخد. یک میدان مغناطیسی یکنواخت B بر صفحه دایره‌ای عمود است. اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر میله نارسا چقدر است؟



$$(1) \frac{1}{4} B \omega R^2$$

$$(2) \frac{3}{8} B \omega R^2$$

$$(3) \frac{1}{2} B \omega R^2$$

$$(4) \frac{3}{4} B \omega R^2$$

زمین‌شناسی فیزیکی (عمومی):

- ۶- لایه اوزون در کدام یک از لایه‌های جو قرار گرفته است؟
 (۱) مزوسفر
 (۲) ترموسفر
 (۳) تروپوسفر
 (۴) استراتوسفر
- ۷- موقعیت مکانی ناپیوستگی گوتنبرگ کدام است؟
 (۱) بین پوسته و گوشته - عمق ۲۹۰۰ کیلومتر
 (۲) بین پوسته بالایی و زیرین - عمق ۳۵ کیلومتر
 (۳) بین گوشته و هسته - عمق ۲۹۰۰ کیلومتر
 (۴) بین قسمت خارجی و داخلی هسته - عمق ۵۶۰۰ کیلومتر
- ۸- در اثر فرو رانش پوسته اقیانوسی و ذوب بخشی ترکیب بازالتی، کدام یک از انواع ماگما ایجاد می‌شود؟
 (۱) آندزیتی
 (۲) رپولیتی
 (۳) گرانیتی
 (۴) پریدوتیتی
- ۹- در گسلش نرمال (عادی) کدام تنش اصلی در وضعیت قائم قرار می‌گیرد؟
 (۱) کمینه تنش اصلی (σ_3)
 (۲) بیشینه تنش اصلی (σ_1)
 (۳) تنش اصلی متوسط (σ_2)
 (۴) تنش‌های اصلی کمینه و متوسط (σ_1, σ_2)
- ۱۰- کدام گسل انرژی بیشتری برای جنبش مجدد، لازم دارد؟
 (۱) گسل نرمال
 (۲) گسل معکوس
 (۳) گسل مورب لغز
 (۴) گسل امتداد لغز

فیلترهای دیجیتال:

۱۱- برای کاهش لب‌های کناری (side lobes) در چه ناحیه‌ای از فیلتر، ویژگی‌های فرکانسی (frequency specifications) باید بهینه شود؟

- (۱) باند عبور (Pass band) (۲) باند گذر (Transition band)
(۳) باند توقف (Stop band) (۴) باند ریجکت (Reject band)

۱۲- یک سیستم گسسته مانند $y(n) - \frac{1}{4}y(n-1) = x(n)$ را در نظر بگیرید که ورودی $x(n)$ را به خروجی $y(n)$

مرتبط می‌کند. اگر $y(-1) = 0$ و ورودی سیستم برابر $x(n) = (\frac{1}{4})^n u(n)$ باشد، خروجی آن کدام است؟

$$y(n) = (n+1)(\frac{1}{4})^n u(n) \quad (۱)$$

$$y(n) = (\frac{1}{4})^{n+1} - (\frac{1}{4})^{n+1} u(n) \quad (۲)$$

$$y(n) = (n - \frac{1}{4})^{n+1} u(n) \quad (۳)$$

$$y(n) = (\frac{1}{4})^n + (\frac{1}{4})^{n+1} u(n) \quad (۴)$$

۱۳- کدام مورد برای بیان $h(n)$ در ارتباط با $H(k + \alpha)$ صحیح است؟

$$\sum_{k=0}^{m-1} H(k + \alpha) e^{j\pi(k+\alpha)\frac{n}{m}} ; n = 0, 1, 2, \dots, m-1 \quad (۱)$$

$$\sum_{k=0}^{m+1} H(k + \alpha) e^{j\pi(k+\alpha)\frac{n}{m}} ; n = 0, 1, 2, \dots, m+1 \quad (۲)$$

$$\frac{1}{m} \sum_{k=0}^{m-1} H(k + \alpha) e^{j\pi(k+\alpha)\frac{n}{m}} ; n = 0, 1, 2, \dots, m-1 \quad (۳)$$

$$\frac{1}{m} \sum_{k=0}^{m+1} H(k + \alpha) e^{j\pi(k+\alpha)\frac{n}{m}} ; n = 0, 1, 2, \dots, m+1 \quad (۴)$$

۱۴- کدام زوج سیگنال سینوسی پیوسته زیر، تحت نمونه‌برداری Δ هرتز نمونه‌های مشابهی به دست می‌دهد؟

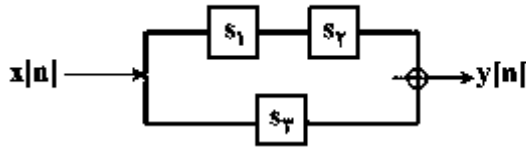
$$x(t) = \cos 18 \circ \pi t, x(t) = \cos 6 \circ \pi t \quad (۱)$$

$$x(t) = \cos 7 \Delta \pi t, x(t) = \cos 6 \circ \pi t \quad (۲)$$

$$x(t) = \cos 2 \circ \pi t, x(t) = \cos 7 \circ \pi t \quad (۳)$$

$$x(t) = \cos 2 \circ \pi t, x(t) = \cos 7 \circ \pi t \quad (۴)$$

- ۱۵- سه سیستم LTI مشابه که مشخصه آن‌ها دارای یک قطب در $p = 0$ و یک صفر در $z = -2$ می‌باشد به شکل زیر اتصال یافته‌اند. خروجی سیستم $(y[n])$ به ازای ورودی $x[n] = \delta[n]$ کدام است؟ تبدیل z را با توان منفی n در نظر بگیرید.



$$(1) \{0, -2, 1\}$$

$$(2) \{1, 1, 1\}$$

$$(3) \{1, 2, 2\}$$

$$(4) \{2, 6, 4\}$$

- ۱۶- اگر تبدیل فوریه $x(t)$ برابر با $x(\omega) = A \frac{\sin(\omega)}{\omega}$ باشد. تبدیل فوریه $tx(t)$ برابر کدام است؟

$$(1) jA \cos \omega$$

$$(2) jA \left(\frac{\cos \omega}{\omega} - \frac{\sin \omega}{\omega^2} \right)$$

$$(3) -jA \cos \omega$$

$$(4) \frac{A \cos \omega}{\omega^2} - j \sin \omega$$

- ۱۷- اگر سیگنال $x[n]$ به صورت $x[n] = (\underset{\uparrow}{5}, 4, 3, 2, 1)$ باشد، آنگاه $y[n] = x[2n]$ کدام است؟

$$(2) (\underset{\uparrow}{1}, 0, 8, 6, 4, 2)$$

$$(1) (\underset{\uparrow}{5}, 0, 4, 0, 3, 0, 2, 0, 1, 0)$$

$$(4) (\underset{\uparrow}{5}, 3, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)$$

$$(3) (\underset{\uparrow}{\frac{5}{2}}, 2, \frac{3}{2}, 1, \frac{1}{2})$$

- ۱۸- ضریب C_1 از نمایش سری فوریه به روش نمایی تابع $x(t) = \sin(\omega_0 t + \frac{\pi}{4})$ در صورتی که ω_0 برابر ۲ باشد، کدام است؟

$$(2) \frac{\sqrt{2}}{4} (1 - j)$$

$$(1) \frac{\sqrt{2}}{4} (j - 1)$$

$$(4) \frac{\sqrt{2}}{4} (1 + j)$$

$$(3) \frac{\sqrt{2}}{2} (j + 1)$$

- ۱۹- سیستم با مشخصه $y[n] = \Delta x[n] - 6$ از نظر علی و خطی بودن چه نوع سیستمی است؟

$$(2) \text{غیر علی - غیر خطی}$$

$$(1) \text{علی - غیر خطی}$$

$$(4) \text{علی - خطی}$$

$$(3) \text{غیر علی - خطی}$$

۲۰- تبدیل z چه سیگنالی دارای، دو قطب $(p = -1)$ و $(p = -3)$ و یک صفر $z = 0$ می‌تواند باشد؟ $(|z| > 3)$ ، تبدیل z را با توان منفی n در نظر بگیرید.

$$\frac{1}{3}((-1)^n - (-3)^n)u[-n-1] \quad (۱)$$

$$\frac{1}{3}((-1)^{n-1} - (-3)^{n-1})u[-n-1] \quad (۲)$$

$$\frac{1}{3}((-1)^n - (-3)^n)u[n] \quad (۳)$$

$$\frac{1}{3}((-1)^{n-1} - (-3)^{n-1})u[-n] \quad (۴)$$

۲۱- فرض کنید $g(t) = x(t) \cos t$ و تبدیل فوریه $g(t)$ ، $G(\omega) = \begin{cases} 1 & |\omega| \leq 2 \\ 0 & \text{در غیر اینصورت} \end{cases}$ باشد، $x(t)$ کدام است؟

$$\frac{\sin 2t}{\pi t} \quad (۱)$$

$$\frac{2 \cos t}{\pi t} \quad (۲)$$

$$\frac{2 \sin t}{\pi t} \quad (۳)$$

$$\frac{2 \cos t}{\pi t} \quad (۴)$$

۲۲- محدوده مقادیر a و b کدام باشد تا سیستم خطی و تغییرناپذیر با زمان با پاسخ ضربه $b[n] = \begin{cases} a^n & n \geq 0 \\ b^{-n} & n < 0 \end{cases}$

پایدار بماند؟

$$|b| < 1, |a| < 1 \quad (۱)$$

$$|b| < 1, |a| > 1 \quad (۲)$$

$$|b| > 1, |a| < 1 \quad (۳)$$

$$|b| > 1, |a| > 1 \quad (۴)$$

۲۳- در سیگنال $x(t) = A\delta(2t) + 2\delta(t)$ مقدار A چقدر باشد تا $x(t) * x(t) = x(t)$ شود؟ $(*)$ علامت کانولوشن است.

$$2 \quad (۱)$$

$$-1 \quad (۲)$$

$$4 \quad (۳)$$

$$-2 \quad (۴)$$

لرزه زمین‌ساخت:

۲۴- ساختار مرزی میان مکران و زاگرس کدام است و تغییرات لرزه‌خیزی در طرفین آن چگونه است؟

(۱) گسل بشاگرد - افزایش آهنگ لرزه‌خیزی از زاگرس به مکران

(۲) خطواره عمان - افزایش آهنگ لرزه‌خیزی از زاگرس به مکران

(۳) گسل بشاگرد - کاهش آهنگ لرزه‌خیزی از زاگرس به مکران

(۴) خطواره عمان - کاهش آهنگ لرزه‌خیزی از زاگرس به مکران

- ۲۵- در همگرایی مایل، کدام پدیده‌ها مورد انتظار است؟
 (۱) منحصرأ، گسلش مایل
 (۲) منحصرأ، افراز (Partitioning)
 (۳) فقط گسلش معکوس با مؤلفه امتداد لغز
 (۴) افراز (Partitioning)، گسلش ترافشارش و تراکشش
- ۲۶- رویداد زمین‌لرزه‌های دوتایی (Doublet earthquakes) از ویژگی کدام یک از پهنه‌های زلزله‌خیز ایران است؟
 (۱) پیرامون یلوک لوت (شرق ایران)
 (۲) البرز غربی
 (۳) زاگرس میانی
 (۴) مکران
- ۲۷- زمین‌لرزه‌های سرشتی کدام ویژگی را به صورت مشترک دارا هستند؟
 (۱) تنشگاه‌ها کوچک و پراکنده‌اند.
 (۲) موقعیت تنشگاه‌ها در گسل عامل ثابت است.
 (۳) الزاماً، تنشگاه یکپارچه در گسل عامل وجود دارد.
 (۴) موقعیت تنشگاه‌ها در گسل عامل ثابت نیست.
- ۲۸- رویداد زمین‌لرزه‌های نیم‌زرف در کدام پهنه لرزه زمین‌ساختی ایران مورد انتظار است؟
 (۱) به صورت درون قطعه‌ای در مکران
 (۲) مرز کپه داغ و پلاتفرم توران
 (۳) به صورت درون قطعه‌ای در البرز
 (۴) مرز زاگرس و ایران مرکزی
- ۲۹- کدام گزینه، ترتیب افزایشی مقدار b (b-Value) در ایالت‌های لرزه زمین‌ساختی ایران را نشان می‌دهد؟
 (۱) البرز - آذربایجان، زاگرس، کپه داغ
 (۲) زاگرس، البرز - آذربایجان، کپه داغ
 (۳) البرز - آذربایجان، کپه داغ، زاگرس
 (۴) کپه داغ، البرز - آذربایجان، زاگرس
- ۳۰- بیشینه طول شکستگی سطحی همالیزه‌ای مشاهده شده در ایران مربوط به کدام گسل و زمین‌لرزه مرتبط با آن است؟
 (۱) گسل ایپک، زمین‌لرزه سال ۱۳۴۱
 (۲) گسل رودبار، زمین‌لرزه سال ۱۳۶۹
 (۳) گسل آبیژ (کوریژان)، زمین‌لرزه سال ۱۳۷۶
 (۴) گسل بهبه، زمین‌لرزه سال ۱۳۸۲
- ۳۱- کدام یک، ویژگی شکستگی نوع P در یک زون برشی را نشان می‌دهد؟
 (۱) نسل اول شکستگی و هم نهاد
 (۲) نسل دوم شکستگی و هم نهاد
 (۳) نسل اول شکستگی و ناهم نهاد
 (۴) نسل دوم شکستگی و ناهم نهاد
- ۳۲- هدف اصلی مطالعات دیرینه زلزله‌شناسی، کدام است؟
 (۱) مطالعه گسل سنگ‌ها
 (۲) تعیین ضخامت زون لرزه‌زا
 (۳) شناسایی زمین‌لرزه‌های ماقبل تاریخ
 (۴) تعیین سازوکار زمین‌لرزه‌های تاریخی
- ۳۳- گسلش همالیزه‌ای زمین‌لرزه‌ای در ایران شامل ۳ قطعه با آرایش راست پله بوده است؛ سازوکار کانونی زمین‌لرزه چگونه است؟
 (۱) امتداد لغز چپ‌گرد
 (۲) معکوس با مؤلفه کوچک امتداد لغز راست‌گرد
 (۳) امتداد لغز راست‌گرد
 (۴) معکوس با مؤلفه کوچک امتداد لغز چپ‌گرد

تئوری انتشار امواج کشسان:

- ۳۴- کدام مورد از شروط مرزی سطح جامد - سیال است ؟
 (۱) صفر بودن بردار تنش قائم بر سطح
 (۲) پیوستگی جابه‌جایی در راستای موازی با سطح
 (۳) پیوستگی بردار تنش در راستای موازی با سطح
 (۴) پیوستگی جابه‌جایی در راستای قائم بر سطح

۳۵- کدام یک از تانسورهای کرنش می‌تواند سبب افزایش حجم شود؟

$$(۱) \begin{bmatrix} +۱ & ۲/۵ & ۰ \\ ۲/۵ & +۱ & -۲ \\ ۰ & -۲ & ۰ \end{bmatrix} \quad (۲) \begin{bmatrix} -۱ & -۲/۵ & ۰ \\ -۲/۵ & -۱ & ۲ \\ ۰ & ۲ & ۰ \end{bmatrix}$$

$$(۳) \begin{bmatrix} ۱ & ۲/۵ & ۰ \\ ۲/۵ & -۱ & -۲ \\ ۰ & -۲ & ۰ \end{bmatrix} \quad (۴) \begin{bmatrix} -۱ & -۲/۵ & ۰ \\ -۲/۵ & ۱ & +۲ \\ ۰ & ۲ & ۰ \end{bmatrix}$$

۳۶- کدام جمله در موضوع پاشش صحیح است؟

(۱) در پاشش معکوس، سرعت فاز از سرعت گروه بیشتر است.

(۲) در پاشش نرمال، سرعت فاز از سرعت گروه کمتر است.

(۳) در پاشش معکوس، سرعت گروه با افزایش فرکانس کاهش می‌یابد.

(۴) در پاشش نرمال، سرعت فاز با افزایش فرکانس کاهش می‌یابد.

۳۷- طبق قضیه هلمهولتز می‌توان میدان جابه‌جایی را به صورت جمع دو میدان پتانسیل اسکالر ϕ و میدان پتانسیل برداری $\vec{\psi}$ نوشت. کدام گزینه شرایط ϕ و $\vec{\psi}$ را به درستی بیان می‌کنند؟

$$(۱) \nabla^2 \phi = 0, \quad \vec{\nabla} \cdot \vec{\psi} = 0$$

$$(۲) \vec{\nabla} \times \phi = 0, \quad \vec{\nabla} \cdot \vec{\psi} = 0$$

$$(۳) \vec{\nabla} \cdot \phi = 0, \quad \vec{\nabla}^2 \cdot \vec{\psi} = 0$$

$$(۴) \vec{\nabla} \phi = 0, \quad \vec{\nabla} \times \vec{\psi} = 0$$

۳۸- با کدام فرضیات زیر می‌توان در نظر گرفت که سرعت موج اولیه p ، $\sqrt{3}$ برابر سرعت موج ثانویه S است؟

$$(۱) \lambda = \mu \quad (۲) \text{ در پوسته زمین}$$

$$(۳) \text{ وقتی نسبت پواسن برابر } ۵/۰ \text{ است.} \quad (۴) \text{ همه موارد}$$

۳۹- سرعت فاز یک موج لوزه‌ای (C) که دارای طول موج λ است چه رابطه‌ای با سرعت گروه (V_g) موج دارد؟

$$(۱) V_g = \lambda + C \frac{\partial c}{\partial \lambda}$$

$$(۲) V_g = \lambda - C \frac{\partial c}{\partial \lambda}$$

$$(۳) V_g = C - \lambda \frac{\partial c}{\partial \lambda}$$

$$(۴) V_g = C + \lambda \frac{\partial \lambda}{\partial c}$$

۴۰- همه عبارات زیر در مورد انتشار امواج سطحی لاو (Love) صحیح‌اند، به‌جز:

- (۱) ارتعاش ذرات محیط در یک صفحه عمودی و به‌صورت بیضی پسگرد است.
- (۲) سرعت این امواج از سرعت امواج طولی کمتر است.
- (۳) ارتعاش ذرات محیط عمود بر راستای انتشار موج است.
- (۴) دامنه این امواج به‌طور نمایی با عمق کاهش می‌یابد.

۴۱- یک موج تاپش SV را در نظر بگیرید که به سطح جدایی دو محیط برخورد می‌کند و بخشی از آن بازتاب و بخشی دیگر عبور می‌کند. در این صورت در بازتاب و در عبور، کدام یک از امواج زیر تولید می‌شوند؟

- (۱) در بازتاب امواج P و SH و در عبور نیز امواج P و SH
- (۲) در بازتاب فقط موج SV و در عبور نیز فقط موج SV
- (۳) در بازتاب امواج P و SV و در عبور نیز امواج P و SV
- (۴) در بازتاب امواج SV و SH و در عبور نیز امواج SV و SH

۴۲- چرا در یک لرزه نگاشت، دامنه امواج سطحی بیشتر از دامنه امواج درونی است؟

- (۱) به خاطر گسترش هندسی جبهه موج است، امواج درونی به صورت کروی ولی امواج سطحی به صورت استوانه‌ای منتشر می‌شوند.
- (۲) چون امواج سطحی دیرتر از امواج درونی به وجود می‌آیند و مسافتی را که تا ایستگاه لرزه‌نگاری طی می‌کنند کمتر است.
- (۳) امواج سطحی نسبت به امواج درونی فرکانس پایینی دارند و نسبت به امواج درونی که فرکانس‌های بالایی دارند کمتر جذب می‌شوند.

(۴) چون فاکتور کیفیت (Quality factor) امواج سطحی بیشتر از امواج درونی است.

۴۳- در جابه‌جایی امواج ریلی وابستگی مؤلفه‌های جابه‌جایی u_1 و u_3 به عمق چگونه است؟

(۱) u_1 همیشه بزرگتر از u_3 است.

(۲) مؤلفه‌های افقی و قائم دارای اختلاف فاز $\frac{\pi}{4}$ هستند.

(۳) با افزایش عمق دامنه‌های u_1 و u_3 به صورت نمایی کاهش می‌یابند.

(۴) در عمقی که u_1 صفر می‌شود جنبش ذره از نوع واپسگرا است.

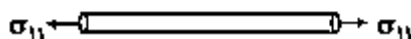
۴۴- در یک میله تحت کشش (مطابق شکل) با توجه به تعریف پیمانه یانگ E رابطه بین λ ، μ و E کدام است؟

$$E = \frac{\lambda}{2(\lambda + \mu)} \quad (۱)$$

$$E = \frac{\mu(2\lambda + 2\mu)}{\lambda + \mu} \quad (۲)$$

$$E = \lambda + \frac{2}{3}\mu \quad (۳)$$

$$E = \frac{\mu(2\lambda + 3\mu)}{\lambda + \mu} \quad (۴)$$



۴۵- مؤلفه u_y جابه‌جایی حاصل از انتشار امواج لرزه‌ای در صفحه XZ کدام است؟

(۱) صفر

$$u_y = \frac{\partial \psi_x}{\partial z} - \frac{\partial \psi_z}{\partial x} \quad (۲)$$

$$u_y = \frac{\partial \varphi}{\partial x} - \frac{\partial \psi_y}{\partial z} \quad (۳)$$

$$u_y = \frac{\partial \varphi}{\partial z} + \frac{\partial \psi_y}{\partial x} \quad (۴)$$

