

کد کنترل

700

C



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

«در زمینه مسائل علمی، باید دنبال قلّه بود.»  
مقام معظم رهبری

عصر جمعه  
۱۴۰۲/۱۲/۰۴

دفترچه شماره ۳ از ۳

## آزمون ورودی دوره‌های دکتری (نیمه‌متمرکز) - سال ۱۴۰۳

### مهندسی معدن (کد ۲۳۳۵)

مدت زمان پاسخگویی: ۱۳۵ دقیقه

تعداد سؤال: ۱۸۰

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤال‌ها

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	ژئوفیزیک - ژئوشیمی اکتشافی	۱۵	۱	۱۵
۲	تحقیق در عملیات	۱۵	۱۶	۳۰
۳	فلوتاسیون	۱۵	۳۱	۴۵
۴	مکانیک سنگ	۱۵	۴۶	۶۰
۵	ریاضیات مهندسی پیشرفته - زمین آمار پیشرفته	۳۰	۶۱	۹۰
۶	معدن کاری سطحی پیشرفته - معدن کاری زیرزمینی پیشرفته	۳۰	۹۱	۱۲۰
۷	کانه‌آرایی پیشرفته - هیدرومتالورژی	۳۰	۱۲۱	۱۵۰
۸	مکانیک محیط‌های پیوسته - طراحی و اجرای فضاهای زیرزمینی	۳۰	۱۵۱	۱۸۰

این آزمون، نمره منفی دارد.

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

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

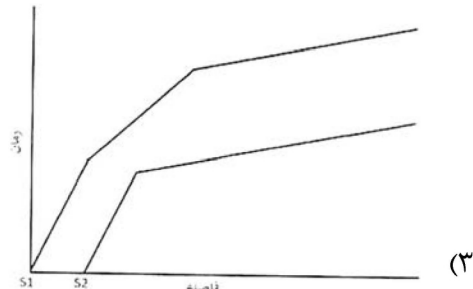
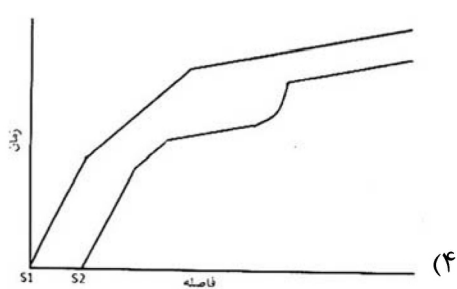
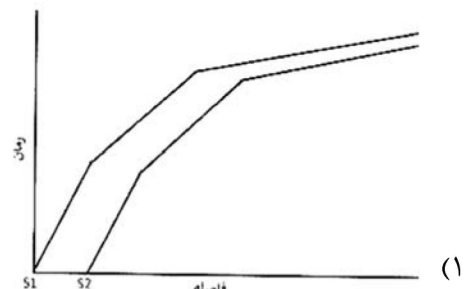
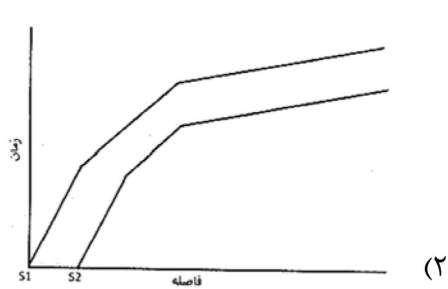
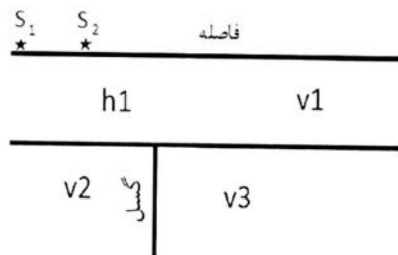
اینجانب ..... با شماره داوطلبی ..... با آگاهی کامل، یکسان بودن شماره صندلی خود با شماره داوطلبی مندرج در بالای کارت ورود به جلسه، بالای پاسخنامه و دفترچه سؤالها، نوع و کد کنترل درج شده بر روی دفترچه سؤالها و پایین پاسخنامه ام را تأیید می نمایم.

امضا:

ژئوفیزیک - ژئوشیمی اکتشافی:

- ۱- کدام روش ژئوفیزیکی، مناسب ترین روش برای شناسایی رگه های شیب دار فلز هادی یا رسانا واقع در عمق کم است؟  
(۱) VLF (۲) IP  
(۳) SP (۴) MT
- ۲- روش های الکترو مغناطیسی با منبع کنترل شده و فرستنده چند پالسی، چه مزیتی دارد؟  
(۱) تجسس نواحی عمیق با تفکیک پذیری بالا  
(۲) تجسس نواحی کم عمق با تفکیک پذیری بالا  
(۳) تجسس نواحی عمیق با تفکیک پذیری نسبتاً مناسب  
(۴) تجسس نواحی کم عمق با تفکیک پذیری بالا و عمیق با تفکیک پذیری نسبتاً مناسب
- ۳- در صورتی که دستگاه برداشت قطبش القایی (IP) دارای توان الکتریکی کم باشد و هدف بررسی های عمقی باشد، کدام مورد درست است؟  
(۱) آرایش الکترودی دو قطبی - دو قطبی مناسب است.  
(۲) از آرایش الکترودی قطبی - دو قطبی می توان استفاده کرد.  
(۳) از آرایش الکترودی قطبی - قطبی می توان استفاده کرد.  
(۴) بسته به بررسی های جانبی و یا عمقی می توان به ترتیب از آرایش های الکترودی ونر و یا دو قطبی - دو قطبی استفاده کرد.
- ۴- کدام مورد، گستره عمقی بیشینه اکتشاف با روش پتانسیل خودزا را نشان می دهد؟  
(۱) ۶۰ تا ۱۰۰ متر (۲) ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متر  
(۳) ۱۰۰۰ تا ۵۰۰۰ متر (۴) بیش از ۵۰۰۰ متر
- ۵- کدام عامل زیر در اندازه گیری های گرادیمتری مغناطیسی نسبت به اندازه گیری های مگنتومتری معمولی، مزیت آن محسوب می شود؟  
(۱) حساسیت (Sensitivity) (۲) دقت (Accuracy)  
(۳) قدرت تفکیک (Resolution) (۴) سرعت (Speed)

۶- شکل زیر یک ساختار دو لایه‌ای گسل خورده را نشان می‌دهد. کدام مورد نمودار زمان - فاصله این ساختار را نشان می‌دهد؟



۷- انتخاب کدام روش ژئوفیزیکی، برای اکتشاف طلای رگه‌ای مناسب‌تر است؟

(۱) گرانی‌سنجی (۲) رادیومتری

(۳) لرزه‌نگاری (۴) پتانسیل خودزا

۸- پدیده سرپانیتی شدن به عنوان یکی از عوامل تغییرات خواص فیزیکی سنگ‌ها مانند چگالی و خودپذیری مغناطیسی آن‌ها محسوب می‌شود. در منطقه‌ای که مقدار زیادی کانی‌های الیوین و ارتوپیروکسن در سنگ‌های آن مشاهده می‌شود، پدیده سرپانیتی شدن رخ داده است. سرپانیتی شدن به ترتیب با چگالی و با خودپذیری مغناطیسی چه رابطه‌ای دارد؟

(۱) عکس - عکس (۲) مستقیم - مستقیم

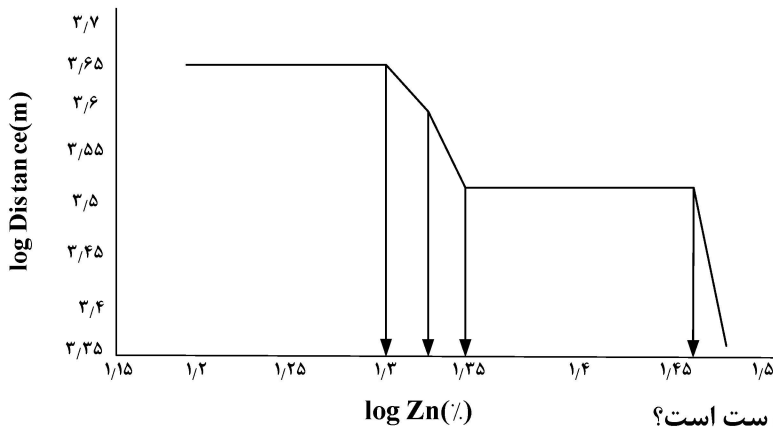
(۳) عکس - مستقیم (۴) مستقیم - عکس

۹- در یک محدوده اکتشافی سنگ آهن، میزان میانگین، میانه و انحراف معیار عنصر سرب به ترتیب ۷، ۴ و ۳ درصد است. حدود آستانه آنومالی‌های ضعیف، متوسط و قوی برای عنصر آهن به ترتیب چند درصد هستند؟ (لازم به ذکر است که توزیع عنصر آهن از نوع لاگ نرمال می‌باشد.)

(۱) ۷، ۱۰ و ۱۳ (۲) ۱۰، ۱۳ و ۱۶

(۳) ۷، ۱۱ و ۱۴ (۴) ۱۰، ۱۱ و ۱۴

۱۰- منحنی زیر نشانگر روش فرکتالی عیار - فاصله می باشد، آنومالی های اصلی روی از چه عددی روی منحنی آغاز می شود؟



- (۱) حدود ۱/۳۴
- (۲) حدود ۱/۳۲
- (۳) ۱/۴۶
- (۴) ۱/۳

۱۱- زوج عناصر اصلی و کمیاب در کدام مورد درست است؟

- (۱) سرب - نقره، روی - ژرمانیوم، منیزیم - کادمیوم، سیلیسیوم - روبیدیوم، مس - رنیوم
- (۲) آلومینیم - گالیوم، فسفر - نقره، سرب - ژرمانیوم، نیکل - کادمیوم، منیزیم - لیتیوم
- (۳) آلومینیم - گالیوم، سرب - نقره، منیزیم - لیتیوم، روی - کادمیوم، مولیبدن - رنیوم
- (۴) منیزیم - گالیوم، فسفر - نقره، سرب - لیتیوم، نیکل - کادمیوم، روی - روبیدیوم، مس - مولیبدن

۱۲- براساس یک رده بندی مبتنی بر آمار کلاسیک، حدود آستانه ای شاخص زونالیته در یک سیستم مس - مولیبدن پورفیری برابر ۰/۵۶، ۰/۹۳ و ۱/۱۵ به دست آمده است. مناطق با کدام شاخص زونالیته برای ادامه اکتشافات مناسب است؟

- (۱) کمتر از ۰/۵۶
- (۲) بیشتر از ۱/۱۵
- (۳) بین ۰/۵۶ و ۱/۱۵
- (۴) بین ۰/۹۳ و ۱/۱۵

۱۳- کدام نمک به دو صورت محلول و ذرات معلق جابه جا می شود؟

- (۱)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$
- (۲)  $\text{MgCO}_3$
- (۳)  $\text{CaSO}_4$
- (۴)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

۱۴- روش های حذف اثرات زمینه ژئوشیمیایی در مناطق دارای کانی سازی، در چه شرایطی اهمیت (کاربرد) بیشتری پیدا می کند؟

- (۱) فرسایش یافته
- (۲) کم عیار پنهانی
- (۳) نزدیک سطح زمین
- (۴) فرسایش یافته یا نزدیک سطح زمین

۱۵- در کانسارهای رسوبی شیمیایی، کدام کانی در شرایط  $\text{Eh} < 0$  تشکیل می شود؟

- (۱) انیدریت
- (۲) سیدریت
- (۳) لیمونیت
- (۴) مارکاسیت

### تحقیق در عملیات:

۱۶- در یک کارخانه سنگ بری، زمان لازم برای تولید هر واحد محصول درجه ۱ دو برابر محصول درجه ۲ و چهار برابر محصول درجه ۳ است. اگر تمام زمان در دسترس کارخانه صرف تولید محصول درجه ۱ شود، حداکثر ۸۰۰ واحد از این محصول تولید خواهد شد. محدودیت متناظر آن کدام است؟

- (۱)  $X_1 + 2X_2 + 4X_3 \leq 800$
- (۲)  $4X_1 + 2X_2 + X_3 \leq 800$
- (۳)  $0.25X_1 + 0.5X_2 + X_3 \leq 800$
- (۴)  $X_1 + 0.5X_2 + 0.25X_3 \leq 800$

۱۷- اگر  $X_1$ ،  $X_2$  و  $X_3$  معرف سرمایه گذاری در سه پروژه معدنی باشد و سرمایه گذاری در پروژه  $X_3$  مشروط به سرمایه گذاری در پروژه های  $X_1$  و  $X_2$  باشد، کدام محدودیت بیانگر این شرط است؟

- (۱)  $X_1 + X_2 - X_3 \geq 0$ ،  $X_1, X_2, X_3 = 0$  یا ۱
- (۲)  $X_1 + X_2 - 2X_3 \geq 0$ ،  $X_1, X_2, X_3 = 0$  یا ۱
- (۳)  $X_1 + X_2 - X_3 \leq 0$ ،  $X_1, X_2, X_3 = 0$  یا ۱
- (۴)  $X_1 + X_2 - 2X_3 \leq 0$ ،  $X_1, X_2, X_3 = 0$  یا ۱

۱۸- مسئله برنامه‌ریزی خطی زیر از کدام حالت خاص برخوردار است؟

$$\text{Min } Z = 3x_1 + 4x_2$$

$$\text{s.t. } 3x_1 - 4x_2 \leq 12$$

$$x_1 + 2x_2 \geq 4$$

$$x_1 \geq 1$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

(۱) عدم وجود منطقه موجه

(۲) جواب بهینه چندگانه

(۳) منطقه موجه نامحدود، جواب بهینه محدود

(۴) منطقه موجه نامحدود، جواب بهینه نامحدود

۱۹- تابلوی زیر که مربوط به یک مسئله ماکزیم‌سازی است را در نظر بگیرید. اگر  $\text{Min} \left\{ \frac{b}{a}, \frac{d}{c}, \frac{f}{e} \right\} = 1$  باشد، مقدار تابع هدف در تابلو تکرار بعدی کدام خواهد شد؟

	Z	$x_1$	$x_2$	$s_1$	$s_2$	$s_3$	RHS
Z	۱	۰	-۵	۰	۲	۰	۶
$s_1$	۰	۰	a	۱	-۰٫۵	۰	b
$x_1$	۰	۱	c	۰	۰٫۵	۰	d
$s_3$	۰	۰	e	۰	-۰٫۵	۱	f

(۱) ۷

(۲) ۹

(۳) ۱۱

(۴) ۱۳

۲۰- در صورتی که در گوشه منحنی مسیر پله‌سنگ متغیر خروجی، دو عنصر دارای کمترین مقدار باشند، در تکرار بعد کدام حالت خاص رخ می‌دهد؟

(۱) تبه‌گن

(۲) بهینه چندگانه

(۳) جواب بهینه محدود (۴) منطقه موجه نامحدود

۲۱- قسمتی از جدول اول و نهایی (بهینه) یک مسئله برنامه‌ریزی خطی به صورت زیر داده شده است. مقدار بهینه تابع هدف کدام است؟

	Z	$x_1$	$x_2$	$s_1$	$s_2$	RHS
اولین جدول	Z	۱	-۳	-۴		
	$s_1$					۶
	$s_2$					۹
آخرین جدول	Z					
	$x_1$			۰٫۷۵	-۰٫۲۵	
	$x_2$			-۰٫۵	۰٫۵	

(۱) ۱۵

(۲) ۱۲٫۷۵

(۳) ۱۲

(۴) ۲٫۲۵

۲۲- جدول نهایی سیمپلکس یک مسئله برنامه‌ریزی خطی به صورت زیر است. این مسئله دارای کدام حالت خاص است؟

	Z	$x_1$	$x_2$	$s_1$	$s_2$	$s_3$	$R_1$	RHS
جدول نهایی	Z	۱	۰	۰	$0,33M+3,33$	$0,33M+0,33$	M	$-2M+11$
	$x_2$	۰	۰	۱	$0,66$	$-0,33$	۰	۱
	$x_1$	۰	۱	۰	$0,33$	$0,33$	۰	۲
	$R_1$	۰	۰	۰	$-0,33$	$-0,33$	-۱	۲

(۲) جواب بهینه چندگانه

(۱) فاقد منطقه موجه

(۴) منطقه موجه نامحدود، جواب بهینه نامحدود

(۳) منطقه موجه نامحدود، جواب بهینه محدود

۲۳- جدول سیمپلکس یک مسئله برنامه‌ریزی خطی با تابع هدف کمینه‌سازی به صورت زیر است. اگر بخواهیم مسئله را به روش سیمپلکس ثانویه حل کنیم، به ترتیب، متغیرهای ورودی و خروجی کدام‌اند؟

	Z	$x_1$	$x_2$	$s_1$	$s_2$	$s_3$	RHS
Z	-۱	۱۰	۱۵	۰	۰	۰	۰
$s_1$	۰	-۱	-۳	۱	۰	۰	-۸
$s_2$	۰	-۵	-۵	۰	۱	۰	-۵
$s_3$	۰	-۲	-۱	۰	۰	۱	-۸

(۱)  $s_2, x_1$

(۲)  $s_2, x_2$

(۳)  $s_1, x_1$

(۴)  $s_1, x_2$

۲۴- قسمتی از جدول بهینه یک مسئله برنامه‌ریزی خطی که میزان منابع اولیه‌اش به ترتیب ۱۰ و ۱۵ واحد است، به شکل زیر ارائه شده است. اگر سود حاصل از  $x_1$  و  $x_2$  به ترتیب ۸ و ۴ واحد پولی باشد، قیمت سایه منابع اول و دوم به ترتیب کدام است؟

	$x_1$	$x_2$	$s_1$	$s_2$	RHS
Z	۰	۰			
$x_2$	۰	۱	$1,25$	$-0,25$	
$x_1$	۱	۰	$-0,25$	$0,25$	

(۱) ۱، ۳

(۲) ۳، ۱

(۳) ۳، ۴

(۴) ۴، ۳

۲۵- حل اولیه مسئله حمل و نقل به صورت زیر است. اگر متغیر  $X_{۳۱}$  به عنوان ورودی انتخاب شود، جواب  $X_{۲۲}$  چه تغییری می کند؟

	کارخانه ۱	کارخانه ۲	کارخانه ۳	کارخانه ۴	عرضه
معدن A	۵ ۵۰	۳ ۵۰	۷	۴	۱۰۰
معدن B	۷	۳ ۱۰۰	۱ ۵۰	۳	۱۵۰
معدن C	۳	۵	۴ ۳۰	۲ ۱۷۰	۲۰۰
تقاضا	۵۰	۱۵۰	۸۰	۱۷۰	۴۵۰

(۱) ۳۰ واحد افزایش می یابد.

(۲) ۳۰ واحد کاهش می یابد.

(۳) ۵۰ واحد افزایش می یابد.

(۴) ۵۰ واحد کاهش می یابد.

۲۶- برای آن که مسئله حمل و نقل زیر دارای جواب بهینه چندگانه باشد، مقدار  $a$  کدام است؟

	کارخانه ۱	کارخانه ۲	کارخانه ۳	عرضه
معدن A	۸ ۷۰	$a$	۶ ۵۰	۱۲۰
معدن B	۱۵	۱۰ ۷۰	۱۲ ۱۰	۸۰
معدن C	۳ ۸۰	۹	۱۰	۸۰
تقاضا	۱۵۰	۷۰	۶۰	

(۱) ۷

(۲) ۶

(۳) ۴

(۴) ۳

۲۷- در یک منطقه معدنی، مشکلات قضایی برای معادن منطقه اتفاق افتاده است. قرار است چهار کارشناس دادگستری برای

بررسی و رسیدگی به چهار پرونده قضایی اختصاص داده شوند. زمان بررسی و رسیدگی به هر پرونده توسط هر کارشناس

دادگستری بر حسب ساعت مطابق جدول زیر است. در تخصیص بهینه، حداقل زمان بررسی و رسیدگی چند ساعت است؟

	پرونده ۱	پرونده ۲	پرونده ۳	پرونده ۴
کارشناس ۱	۱۴	۱۳	۱۷	۱۴
کارشناس ۲	۱۶	۱۵	۱۶	۱۵
کارشناس ۳	۱۸	۱۴	۲۰	۱۷
کارشناس ۴	۲۰	۱۳	۱۵	۱۸

(۱) ۵۰

(۲) ۵۵

(۳) ۵۸

(۴) ۶۲

۲۸- سود حاصل از تخصیص هر ماشین به هر معدن در جدول زیر آورده شده است. جواب بهینه مسئله کدام است؟

	معدن ۱	معدن ۲	معدن ۳
ماشین ۱	۱۳	۳	۱
ماشین ۲	۵	۱	۳
ماشین ۳	۲	۴	۲

- (۱) ماشین ۱ به معدن ۳ - ماشین ۲ به معدن ۲ - ماشین ۳ به معدن ۱  
 (۲) ماشین ۱ به معدن ۲ - ماشین ۲ به معدن ۳ - ماشین ۳ به معدن ۱  
 (۳) ماشین ۱ به معدن ۲ - ماشین ۲ به معدن ۱ - ماشین ۳ به معدن ۳  
 (۴) ماشین ۱ به معدن ۱ - ماشین ۲ به معدن ۲ - ماشین ۳ به معدن ۳

۲۹- در حل مسئله برنامه ریزی خطی عدد صحیح زیر به روش انشعاب و تحدید در گام بعدی، کدام محدودیت به مسئله فرعی اضافه شده است؟

$$\text{Max } Z = 8x_1 + 5x_2$$

$$\text{st. } x_1 + x_2 \leq 6$$

$$9x_1 + 5x_2 \leq 45$$

$$x_1 \geq 4$$

$$x_1, x_2 \geq 0, \text{ integer}$$

$$x_1 \leq 1 \quad (2)$$

$$x_1 \geq 1 \quad (1)$$

$$x_2 \leq 1 \quad (4)$$

$$x_2 \geq 1 \quad (3)$$

۳۰- در روش صفحات برش، هدف از اضافه کردن محدودیت صفحه برش کدام است؟

- (۱) قسمتی از ناحیه امکان پذیر غیر صحیح حذف شود.  
 (۲) تعدادی از جواب های صحیح غیر بهینه حذف شوند.  
 (۳) یک کران برای تابع هدف به دست آید.  
 (۴) تابع هدف بهبود یابد.

### فلوتاسیون:

۳۱- افزایش غلظت نمک های محلول در آب چه تأثیری بر پتانسیل زتا کانی ها دارد؟

- (۱) تأثیری ندارد.  
 (۲) نقطه بار صفر را تغییر می دهد.  
 (۳) پتانسیل زتا را کاهش می دهد.  
 (۴) پتانسیل زتا را افزایش می دهد.

۳۲- کدام مورد در خصوص فلوتاسیون کانی ها نادرست است؟

- (۱) پدیده ترشوندگی با زاویه تماس نسبت عکس دارد.  
 (۲) پدیده همی میسل، میزان آبرانی مواد را کاهش می دهد.  
 (۳) از غلظت میسل بحرانی (CMC)، میزان بازیابی دوباره افزایش می یابد.  
 (۴) در سلول های رافر از کلکتورهای با قدرت بیشتر و انتخابیت کمتر استفاده می شود.

۳۳- در سیستم فلوتاسیون، کف سازهای پایه الکلی نسبت به کف سازهای پلی گلیکول دارای کدام ویژگی است؟

- (۱) انتخابیت پایینی دارند.  
 (۲) برای فلوتاسیون ذرات ریزتر، مناسب تر هستند.  
 (۳) حباب های پایدارتری را تشکیل می دهند.  
 (۴) آب و نرمه بیشتری به همراه حباب های هوا به زون کف منتقل می کنند.



- ۳۴- ZPC یک کانی در  $pH = 7$  می باشد. در  $pH = 4$  بار سطحی کانی مثبت است. در حضور یون های  $SO_4^{2-}$  نقش کلکتور کاتیونی کدام است؟
- (۱) فعال کننده (۲) بازداشت کننده (۳) بی تفاوت (۴) متفرق کننده
- ۳۵- مخلوطی از سه ماده معدنی کوارتز، هماتیت و آلومینا را در نظر بگیرید. به منظور شناورسازی کوارتز از سایر کانی ها در  $pH = 5$  در یک سیستم فلوتاسیون کدام کلکتور، مناسب است؟
- (نقطه بار صفر کوارتز در  $pH = 2$ ، نقطه بار صفر هماتیت در  $pH = 6.7$ ، نقطه بار صفر آلومینا در  $pH = 9.1$ )
- (۱) دو دسیل آمین (۲) اتیل کربنات سدیم (۳) دو دسیل سولفات سدیم (۴) دو دسیل سولفات سدیم
- ۳۶- راهیابی ذرات باطله به کنستانتره با کدام روش صورت می گیرد؟
- (۱) فقط دنباله روی (۲) فلوتاسیون واقعی (۳) فلوتاسیون واقعی و غیرواقعی - درگیری مکانیکی (۴) درگیری مکانیکی - درگیری هیدرولیکی - نرمه پوشی
- ۳۷- برای کاهش بایاس منفی در سلول ستونی، کدام روش مناسب تر است؟
- (۱) افزایش نرخ کف ساز (۲) افزایش درصد جامد (۳) کاهش ابعاد حباب (۴) کاهش دبی هوا
- ۳۸- مکانیزم قطره روغنی با ابعاد ۲۰ میکرون که به حباب هوای با ابعاد ۴۰۰ میکرون متصل است و نرمه های کانی با ابعاد ۵ میکرونی را حمل می کند، کدام فلوتاسیون می باشد؟
- (۱) حامل (۲) یونی (۳) روغنی (۴) رسوبی
- ۳۹- کدام روش، جزو روش های فرآوری نرمه ها نیست؟
- (۱) فلوتاسیون روغنی (۲) فلوتاسیون یونی (۳) الکتروفلوتاسیون (۴) فلوتاسیون حامل
- ۴۰- چرا سولفید روی در مقایسه با سولفید مس با گزینتات ها مستقیماً شناور نمی شود؟
- (۱) گزینتات میل ترکیبی با روی موجود در سولفید روی ندارد. (۲) چون خاصیت الکترونگاتیویته روی بیشتر از مس است. (۳) چون حاصلضرب حلالیت نمک های کلکتور - روی کمتر از همین کمیّت برای سولفیدهای مس است. (۴) چون حاصلضرب حلالیت نمک های کلکتور - روی بیشتر از همین کمیّت برای سولفیدهای مس است.
- ۴۱- پدیده گیرافتادگی در کف های ..... رخ می دهد و با زهکشی کف ..... می یابد. ولی پدیده دنباله روی در کف های ..... رخ می دهد و با افزایش زهکشی ..... می یابد.
- (۱) خشک - کاهش - خشک - افزایش (۲) آبدار - افزایش - خشک - کاهش (۳) خشک - افزایش - آبدار - کاهش (۴) آبدار - کاهش - خشک - افزایش
- ۴۲- فشار داخلی حباب هوا با افزایش مقدار کف ساز به دلیل ..... کشش سطحی، ..... می یابد.
- (۱) افزایش - کاهش (۲) کاهش - افزایش (۳) افزایش - افزایش (۴) کاهش - کاهش
- ۴۳- وقتی سرقطبی کلکتور (روی کانی) به سمت ..... و سرقطبی کف ساز (روی حباب) به سمت ..... جهت یابی می شوند، باز یابی ..... پیدا می کند.
- (۱) کانی - محلول - کاهش (۲) محلول - محلول - افزایش (۳) کانی - حباب - افزایش (۴) محلول - محلول - کاهش
- ۴۴- فلوتاسیون بدون کلکتور در چه شرایطی امکان پذیر است؟
- (۱) ایجاد پتانسیل (۲) تنظیم pH مناسب (۳) اشباع بودن مخلوطی از ذرات نرمه (۴) استفاده از یک کف ساز دارای سرقطبی

- ۴۵- ZPC یک کانی در  $pH = 9$  است. در  $pH = 4$  با کلکتور آنیونی در چه شرایطی شناورسازی کاهش می‌یابد؟
- (۱) حضور یون‌های مثبت  
(۲) حضور یون‌های منفی  
(۳) حضور یون‌های مثبت و منفی  
(۴) تحت هیچ شرایطی کاهش نمی‌یابد.

مکانیک سنگ:

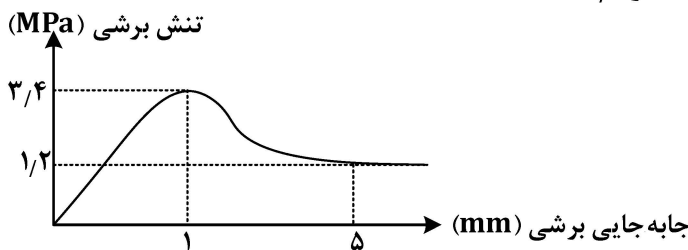
- ۴۶- مقاومت کششی سنگی برابر  $\sigma_t$  است. در آزمایش برزیلی روی یک نمونه تهیه‌شده مطابق دستورالعمل ISRM با شعاع و ضخامت  $r$ ، نیرو در لحظه شکست این نمونه چند برابر  $\sigma_t \pi r^2$  است؟

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

- ۴۷- کدام تنش، نقش بیشتری در شکست سنگ دارد؟

- (۱)  $\sigma_1$   
(۲)  $\sigma_3$   
(۳)  $\sigma_1 - \sigma_3$   
(۴)  $\sigma_1 + \sigma_3$

- ۴۸- نتیجه آزمون برش مستقیم بر روی درزه‌ای زبر و فاقد هوازدگی تحت تنش قائم  $2 \text{ MPa}$  مطابق شکل زیر است. زاویه اصطکاک باقیمانده سطح درزه چند درجه است؟ ( $\tan 3^\circ = 0.6$  و  $\tan 6^\circ = 1.7$ )



- (۱) ۶۰  
(۲) ۴۵  
(۳) ۳۰  
(۴) ۱۵

- ۴۹- در رفتار مکانیکی ناپیوستگی‌ها، کدام پارامتر، مستقل از مقیاس (اندازه) است؟

- (۱) صلبیت برشی  
(۲) صلبیت نرمال  
(۳) زاویه اتساع  
(۴) زاویه اصطکاک باقیمانده

- ۵۰- کدام روش اندازه‌گیری تنش، بر اساس معادلات کرش (Kirsch)، مقادیر تنش‌های اصلی تعیین می‌شود؟

- (۱) جک تخت  
(۲) شکست هیدرولیکی  
(۳) بیش‌مغزه‌گیری  
(۴) بارگذاری صفحه‌ای

- ۵۱- در کدام روش، فقط جهت تنش‌های اصلی قابل تعیین است؟

- (۱) دیسک‌شدگی مغزه‌ها (Core Disking)  
(۲) انتشار امواج آکوستیک (Acoustic Emission)  
(۳) بیش‌مغزه‌گیری (Over Coring)  
(۴) جک تخت (Flat Jack)

- ۵۲- اگر امتیاز کیفیت مهندسی توده سنگ در یک ساخت‌گاه  $RMR_{89} = 83$  باشد، شاخص مقاومت زمین‌شناسی (GSI) توده سنگ، چقدر می‌تواند باشد؟

- (۱) ۷۳  
(۲) ۷۸  
(۳) ۸۳  
(۴) نمی‌توان محاسبه نمود.

- ۵۳- شاخص مقاومت زمین‌شناسی (GSI) تابع شرایط سطح درزه و کدام‌یک از موارد زیر می‌باشد؟

- (۱) ساختار توده سنگ  
(۲) تنش برجا  
(۳) شرایط آب زیرزمینی  
(۴) مقاومت فشاری تک‌محوره

۵۴- نمونه‌ای از یک سنگ با حجم  $300 \text{ cm}^3$  در حالت طبیعی دارای وزن  $8.7 \text{ N}$  است. در حالت خشک و اشباع، وزن

آن به ترتیب  $8.4 \text{ N}$  و  $9 \text{ N}$  است. تخلخل این سنگ چند درصد است؟ ( $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ )

- (۱) ۷/۵ (۲) ۱۰ (۳) ۱۵ (۴) ۲۰

۵۵- کدام مورد، در خصوص آزمون فشاری تک‌محوره درست است؟

- (۱) با کاهش اندازه دانه‌ها، مقاومت فشاری کاهش می‌یابد.  
 (۲) با افزایش اندازه نمونه، مقاومت فشاری افزایش می‌یابد.  
 (۳) مقاومت فشاری تک‌محوری با افزایش نسبت کوارتز به فلدسپار کاهش می‌یابد.  
 (۴) با افزایش نسبت قطر به ارتفاع، مقاومت فشاری نمونه‌های استوانه‌ای شکل افزایش می‌یابد.

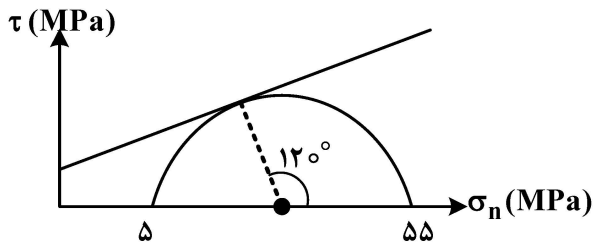
۵۶- با انجام آزمون فشاری سه‌محوره بر روی نوعی سنگ بکر که مقاومت فشاری تک‌محوره آن  $10 \text{ MPa}$  است، تحت

فشار جانبی  $5 \text{ MPa}$ ، نمونه تحت تنش  $25 \text{ MPa}$  شکسته است. ثابت هوک و براون سنگ بکر کدام است؟

- (۱)  $4.75$  (۲) ۶ (۳)  $9.75$  (۴) ۱۰

۵۷- نتیجه آزمون آزمایشگاهی بر روی نوعی سنگ بکر مطابق شکل زیر است. مقاومت فشاری تک‌محوره سنگ چند

مگاپاسکال است؟ (با فرض معیار شکست کولمب)



- (۱) ۴۰

- (۲)  $\frac{130}{3}$

- (۳) ۵۰

- (۴)  $\frac{160}{3}$

۵۸- در یک آزمایش فشاری تک‌محوری بر روی یک سنگ دارای رفتار الاستیسیته خطی، حداکثر بار وارده بر سنگ

$150 \text{ MPa}$  بوده است. اگر مدول الاستیسیته سنگ  $E = 15 \text{ GPa}$  و نسبت پواسون برابر با  $0.25$  باشد، کرنش

حجمی سنگ چند میلی‌کرنش است؟

- (۱)  $0.5$  (۲) ۱ (۳) ۵ (۴) ۱۰

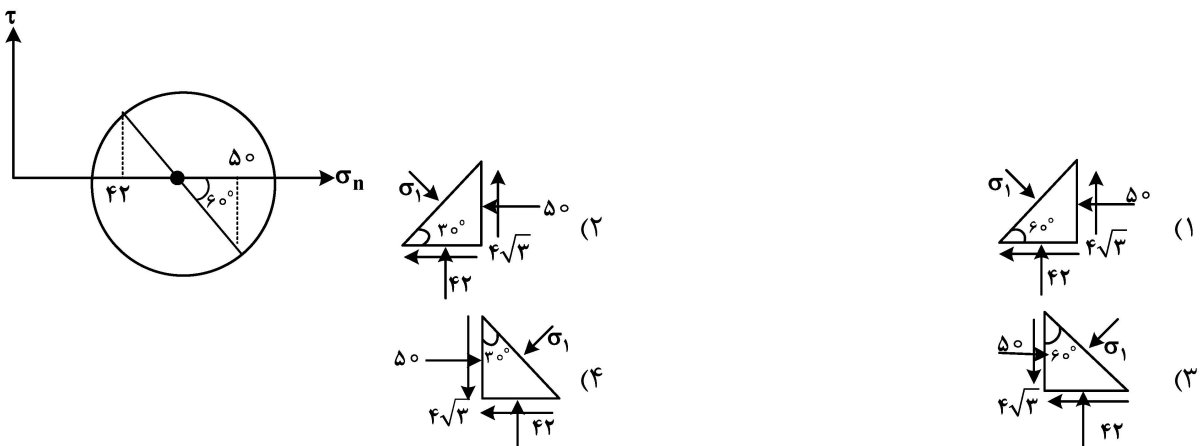
۵۹- قرار است تونل دایره‌ای شکلی در منطقه‌ای که مقاومت سنگ با توجه به معیار شکست هوک و براون  $30 \text{ MPa}$  است، حفر

شود. تمرکز تنش  $1/5$  و نسبت تنش افقی به قائم  $0.5$  است. عمقی که این تونل را می‌توان با در نظر گرفتن ضریب ایمنی

۲ حفر کرد، چند متر است؟ (وزن مخصوص سنگ  $\frac{25 \text{ kN}}{\text{m}^3}$  است.)

- (۱) ۴۵۰۰ (۲) ۴۰۰۰ (۳) ۴۵۰ (۴) ۴۰۰

۶۰- با توجه به دایره موهر در شکل زیر، کدام مورد، درباره‌ی راستای تنش اصلی حداکثر درست است؟ (مقادیر بر حسب مگاپاسکال هستند.)



۶۱- یک مقدار  $i + i^i + (i^i)^i$  ، کدام است؟  $(i^2 = -1)$

(۱)  $e^{\frac{\pi}{2}}$

(۲)  $e^{-\frac{\pi}{2}}$

(۳)  $e^{\frac{\pi}{2}} + i$

(۴)  $e^{-\frac{\pi}{2}} + i$

۶۲- نقش تصویر دایره  $|z| = \frac{a+b}{2}$  ،  $(a > b > 0)$  تحت نگاشت  $w = u + iv = z + \frac{a^2 - b^2}{4z}$  ، کدام است؟

(۱) دایره به شعاع  $a + b$  و مرکز مبدأ مختصات

(۲) دایره به شعاع  $a - b$  و مرکز مبدأ مختصات

(۳) بیضی با معادله  $\frac{u^2}{b^2} + \frac{v^2}{a^2} = 1$

(۴) بیضی با معادله  $\frac{u^2}{a^2} + \frac{v^2}{b^2} = 1$

۶۳- فرض کنید  $C$  مرز مربعی با رئوس  $2i$  ،  $2 + 2i$  ،  $2$  و  $0$  باشد که در جهت منفی پیموده می شود. مقدار  $\oint_C \bar{z} dz$

کدام است؟

(۱)  $-8\pi i$

(۲)  $8\pi i$

(۳)  $-8i$

(۴)  $8i$

۶۴- مقدار  $\oint_{|z|=2} \frac{dz}{z^4 - 1}$  ، کدام است؟

(۱) صفر

(۲)  $-\pi i$

(۳)  $-2\pi i$

(۴)  $2\pi i$

۶۵- مقدار  $\int_0^\pi \frac{dx}{4\cos^2 x + \frac{1}{2}}$  ، کدام است؟

(۱)  $\frac{4\pi}{3}$

(۲)  $\pi$

(۳)  $\frac{2\pi}{3}$

(۴)  $\frac{\pi}{3}$

۶۶- ضریب جمله  $(z + \pi i)^2$  در بسط لوران تابع  $f(z) = \frac{\cosh(z)}{(z + \pi i)^2}$ ، کدام است؟

(۱)  $\frac{1}{2}$

(۲)  $\frac{1}{24}$

(۳)  $-\frac{1}{24}$

(۴)  $-\frac{1}{2}$

۶۷- فرض کنید  $f(z = x + iy) = \frac{x^2 - y^2}{(x^2 + y^2)^2} + iv(x, y)$  یک تابع تحلیلی به ازای هر  $z \neq 0$  باشد. مقدار  $v_x - v_y$  در  $z = 3i$  کدام است؟

(۱)  $-\frac{2}{27}$

(۲) صفر

(۳)  $\frac{1}{27}$

(۴)  $\frac{2}{27}$

۶۸- فرض کنید  $F(\omega)$  تبدیل فوریه تابع  $f(x) = \begin{cases} 0 & |x| > 2 \\ 1 & 1 < |x| < 2 \\ -1 & |x| < 1 \end{cases}$ ، به صورت  $F\{f\} = F(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x) e^{-i\omega x} dx$

باشد. مقدار  $F\{F\}$  به ازای  $\omega = \frac{\pi}{4}$  کدام است؟

(۱)  $-2\pi$

(۲)  $-\pi$

(۳) صفر

(۴)  $2\pi$

۶۹- ضریب  $\sin 2x$  در سری فوریه سینوسی تابع  $f(x) = e^x$  در بازه  $[0, \pi)$ ، کدام است؟

(۱)  $\frac{4(1 + e^\pi)}{5\pi}$

(۲)  $\frac{2}{\pi}(1 + e^\pi)$

(۳)  $\frac{2}{\pi}(1 - e^\pi)$

(۴)  $\frac{4(1 - e^\pi)}{5\pi}$

۷۰- ضریب  $e^{-fix}$  در سری فوریه مختلط  $f(x) = x^2$  در بازه  $0 \leq x < 2\pi$  و دوره تناوب  $2\pi$ ، کدام است؟

(۱)  $\frac{1-4\pi i}{8}$

(۲)  $\frac{1-2\pi i}{8}$

(۳)  $\frac{2-\pi i}{4}$

(۴)  $\frac{1+4\pi i}{8}$

۷۱- جواب معادله دیفرانسیل جزئی  $x^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + 3y^2 u = 0$ ، به روش تفکیک متغیرها، کدام است؟

(۱)  $u(x, y) = ce^{-\left(\frac{1}{kx} + ky^3\right)}$

(۲)  $u(x, y) = ce^{-\left(\frac{1}{ky} + kx^3\right)}$

(۳)  $u(x, y) = ce^{-k(x+y^3)}$

(۴)  $u(x, y) = ce^{-k(x^3+y)}$

۷۲- اگر  $u(x, t)$  جواب مسئله ارتعاش باشد، آنگاه مقدار  $u\left(\frac{1}{4}, 1\right)$ ، کدام است؟

$$\begin{cases} u_{tt} = u_{xx}, & 0 < x < 1, t > 0 \\ u(x, 0) = u(1, t) = 0; & t \geq 0 \\ u(x, 0) = x; & 0 \leq x \leq 1 \\ u_t(x, 0) = 0, & 0 \leq x \leq 1 \end{cases}$$

(۱) -۱

(۲) -۰/۵

(۳) ۰/۵

(۴) ۱

۷۳- مسئله مقدار مرزی زیر مفروض است. مقدار  $u\left(\frac{1}{4}, 1\right)$  کدام است؟

$$\begin{cases} u_t(x, t) = 4u_{xx}(x, t), & 0 < x < 3, t > 0 \\ u(0, t) = u(3, t) = 0, & 0 \leq x \leq 3 \\ u(x, 0) = 10 \sin(\pi x) - 6 \sin(2\pi x), & t \geq 0 \end{cases}$$

(۱)  $4e^{-4\pi^2}$

(۲)  $10e^{-4\pi^2}$

(۳)  $4e^{-\pi^2}$

(۴)  $10e^{-\pi^2}$

۷۴- فرض کنید برای حل مسئله

$$u(x, y) = v(x, y) + w(x, y) \quad \begin{cases} u_{xx} + u_{yy} = 0 & 0 < x < 2, y > 0 \\ u(x, 0) = 5x, & 0 \leq x \leq 2 \\ u_x(0, y) = 3e^{-y}, & y > 0 \end{cases}$$

تعبیر متغیر

را چنان به کار می‌گیریم، که  $v_x(0, y) = 0$ . با بازنویسی مسئله بر حسب  $v(x, y)$ ، حاصل عبارت  $v(x, 0)$  کدام است؟

(۱)  $2x$

(۲)  $3x$

(۳)  $5x - 3$

(۴)  $5x$

۷۵- اگر  $u(x, y) = F(x)G(y)$  جواب معادله دیفرانسیل جزئی  $4u_x - yu_y = 3u$  باشد، یک جواب برای  $G(y)$  کدام است؟ (k و c مقادیر دلخواه ثابت حقیقی هستند).

(۱)  $c \ln(ky)$

(۲)  $cy^k$

(۳)  $ce^{ky}$

(۴)  $c \sinh(ky)$

۷۶- در یک کانسار مس - مولیبدن پورفیری، گمانه‌ها با فاصله ۱۰۰ متر در جهت X و ۵۰ متر در جهت Y حفر شده‌اند. اگر حداقل ارتفاع پله استخراجی برای استخراج ماده معدنی برابر ۱۰ متر باشد، ابعاد بلوک‌ها در مدل بلوکی باید در چه بازه‌ای باشد؟

(۱) ۲۵ تا ۵۰ متر در جهت X، ۱۰ تا ۲۵ متر در جهت Y و ۵ تا ۱۰ متر در جهت Z

(۲) ۲۵ تا ۷۵ متر در جهت X، ۱۲/۵ تا ۲۵ متر در جهت Y و ۵ تا ۱۵ متر در جهت Z

(۳) ۲۵ تا ۵۰ متر در جهت X، ۱۲/۵ تا ۲۵ متر در جهت Y و ۵ تا ۱۵ متر در جهت Z

(۴) ۲۵ تا ۵۰ متر در جهت X، ۱۲/۵ تا ۲۵ متر در جهت Y و ۵ تا ۱۰ متر در جهت Z

۷۷- براساس روش عکس فاصله، میزان عیار بلوک مجهول P در شکل زیر چند ppb است؟ (ابعاد بلوک‌ها در جهت X و Y به ترتیب ۲۰ و ۱۰ متر و شعاع تأثیر براساس واریوگرام غیرجهتی ۳۵ متر و عیار عنصر طلا بر حسب ppb است).

۲۴۵						۱۵۶	
		۳۲۱		۲۱۴		P	۱۹۷

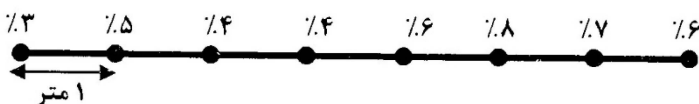
(۱) ۱۸۰

(۲) ۱۹۶

(۳) ۲۰۰

(۴) ۲۰۵

۷۸- در شکل زیر، فاصله نمونه‌ها یک متر است. مقدار واریوگرام داده‌ها برای گام ۳ متری چقدر است؟



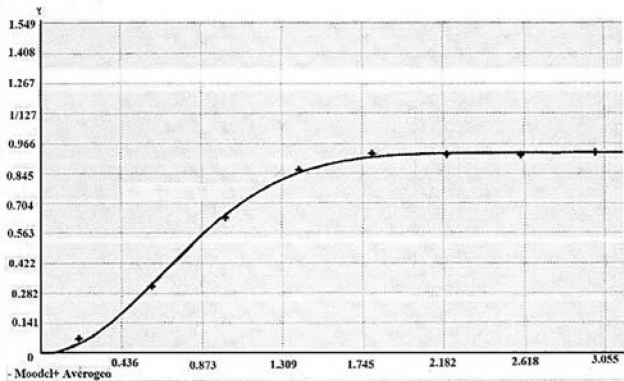
(۱) ۲/۵

(۲) ۲/۶

(۳) ۲/۷

(۴) ۲/۸

۷۹- در واریوگرام زیر با اثر قطعه‌ای صفر، مدل برازش کدام است و شعاع تأثیر حدود چند متر و سقف واریوگرام حدود چقدر است؟



- (۱) کروی - ۱/۷ - ۰/۹۸
- (۲) گوسی - ۱/۷ - ۰/۹۸
- (۳) نمایی - کمتر از ۲ - ۰/۹۸
- (۴) کروی - ۱ - ۱/۷

۸۰- براساس روش نزدیک‌ترین همسایگی، میزان عیار بلوک‌های مجهول در شکل زیر چقدر است؟

۲۷۰			
			۱۹۰

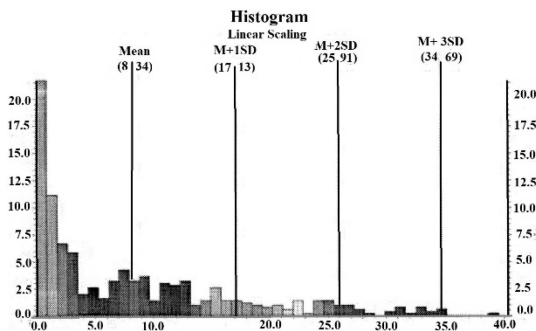
۲۷۰	۲۳۰	۱۸۵	۱۸۵	(۲)
۲۵۰	۲۳۰	۱۸۵	۱۹۰	

۲۷۰	۲۷۰	۱۹۰	۱۹۰	(۱)
۲۷۰	۲۷۰	۱۹۰	۱۹۰	

۲۷۰	۲۵۰	۱۷۰	۱۸۰	(۴)
۲۶۰	۲۴۰	۱۶۰	۱۹۰	

۲۷۰	۲۶۰	۱۸۰	۱۹۰	(۳)
۲۷۰	۲۵۰	۱۷۰	۱۹۰	

۸۱- فراوانی فسفات در هیستوگرام زیر از چه توزیعی تبعیت می‌کند؟



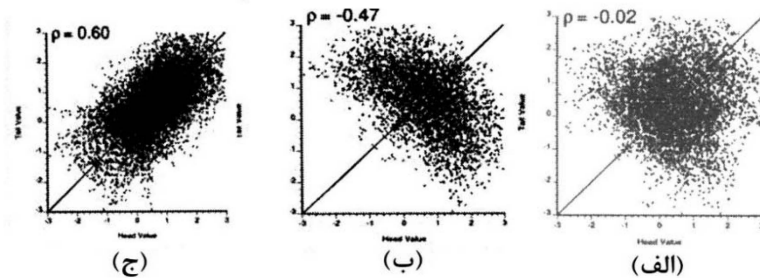
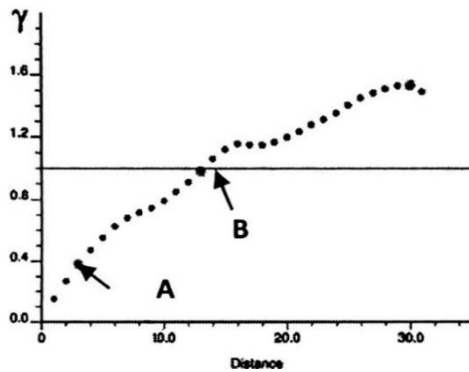
- (۱) L
- (۲) J
- (۳) پواسون
- (۴) لاگ نرمال

۸۲- مدل توزیع یک کانسار از نوع نرمال و ذخیره محاسبه‌شده کانسار براساس مغزه‌های ۳ متری ۱۰۰,۰۰۰ تن با عیار متوسط ۵ درصد حاصل شده‌است. اگر به‌جای مغزه‌های ۳ متری، مغزه‌های ۶ متری به‌کار رود، ذخیره و عیار کانسار به ترتیب چه تغییری می‌کنند؟

- (۱) کاهش - کاهش
- (۲) افزایش - افزایش
- (۳) افزایش - کاهش
- (۴) کاهش - افزایش



۸۳- در شکل زیر، واریوگرام تجربی متغیری رسم و دو نقطه از واریوگرام مشخص شده است. نقاط A و B به ترتیب مربوط به کدام نمودار متقاطع همبستگی از واریوگرام است؟



(۱) «ج» - «ب» (۲) «الف» - «ب» (۳) «الف» - «ج» (۴) «ج» - «الف»

۸۴- در تهیه مدل بلوکی، ابعاد بلوک‌های فرعی در مرزهای فضای تخمین، چگونه انتخاب می‌شود؟

- (۱) نصف ابعاد بلوک‌های اصلی  
 (۲)  $\frac{1}{1000}$  تا  $\frac{1}{100}$  بلوک‌های اصلی  
 (۳)  $\frac{1}{30}$  تا  $\frac{1}{50}$  بلوک‌های اصلی  
 (۴)  $\frac{1}{100}$  تا  $\frac{1}{10}$  بلوک‌های اصلی

۸۵- منحنی توزیع تجمعی عیار ماده معدنی در یک کانسار به صورت خط مستقیمی است که عیار نظیر فراوانی‌های ۵۰ و ۸۴ درصد به ترتیب ۲ و ۳ درصد است. ضریب تغییرات عیار کانسار چند درصد است؟

- (۱) ۴۰ (۲) ۵۰ (۳) ۶۰ (۴) ۷۰

۸۶- مدل توزیع یک کانسار از نوع نرمال و پارامترهای آن  $\sigma = 1\%$  و  $\bar{x} = 8\%$  است. تعداد نمونه‌های لازم برای آنکه حدود تغییرات میانگین عیار نمونه‌ها با سطح اعتماد ۹۵ درصد از  $\pm 1$  درصد بیشتر نشود، چند عدد است؟

- (۱) ۴۵۰ (۲) ۵۷۶ (۳) ۶۲۵ (۴) ۷۱۴

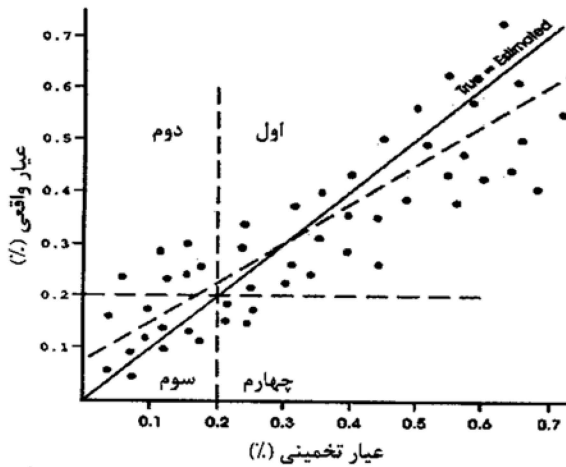
۸۷- می‌خواهیم عیار متوسط ماده معدنی در یک تونل دنباله‌رو به طول ۱۰۰ متر را با تهیه ۳ نمونه برآورد کنیم. بهترین موقعیت نمونه‌برداری برای حداقل کردن واریانس تخمین، کدام موقعیت است؟

- (۱) در فواصل ۱۰، ۶۰ و ۹۰ متری تونل  
 (۲) یک نمونه از ابتدا و ۲ نمونه از وسط تونل  
 (۳) در فواصل ۳۰، ۶۰ و ۹۰ متری تونل  
 (۴) دو نمونه از ابتدا و انتها و یک نمونه از وسط

۸۸- کدام مورد در زمان اعتبارسنجی متقابل برای انتخاب مناسب‌ترین مدل واریوگرام به کار می‌رود؟

- (۱) منحنی توزیع خطاها به شکل خط مستقیم باشد.  
 (۲) میانگین مجذور نسبت انحراف‌ها باید نزدیک واحد باشد.  
 (۳) بین مقادیر تخمینی و خطای تخمین هم‌بستگی وجود داشته باشد.  
 (۴) اختلاف واریانس کریجینگ و واریانس خطاها بیش از ۱۵ درصد باشد.

۸۹- نمودار زیر، اعتبارسنجی تخمین زمین آماری یک محدوده اکتشافی مس را براساس ۵۰ نمونه با در نظر گرفتن عیار حد ۰/۲ درصد در چهار ربع نمایش می دهد. دقت طبقه بندی کانه و باطله این تخمین چند درصد است؟



- (۱) ۹۰
- (۲) ۸۵
- (۳) ۸۰
- (۴) ۷۵

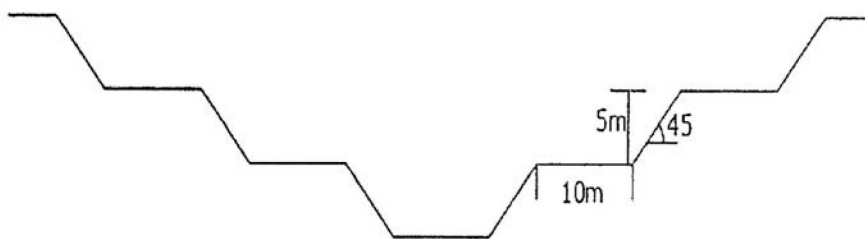
۹۰- در تخمین زمین آماری کریجینگ یک بلوک مکعبی به ابعاد ۱۰ متر، عیار تخمینی آهن ۳۵٪ و واریانس کریجینگ  $2$  (٪) برآورد شده است. براساس تابع توزیع احتمال (نرمال)، تناژ این بلوک، براساس رابطه وزن مخصوص زیر، در چه بازه‌ای نوسان می کند؟

$$SG = 0.2 \times Fe (\%) + 2.5$$

- (۱) [۲۹۰۰ - ۳۵۰۰]
- (۲) [۳۰۰۰ - ۳۵۰۰]
- (۳) [۲۹۰۰ - ۳۴۰۰]
- (۴) [۳۰۰۰ - ۳۴۰۰]

معدن کاری سطحی پیشرفته - معدن کاری زیرزمینی پیشرفته:

۹۱- محدوده نهایی یک معدن روباز مطابق شکل زیر است. شیب نهایی معدن کدام است؟

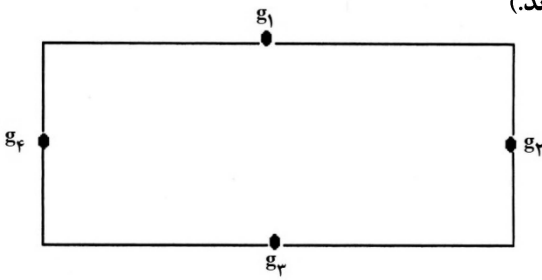


- (۱)  $\tan^{-1}\left(\frac{2}{7}\right)$
- (۲)  $\tan^{-1}\left(\frac{1}{2}\right)$
- (۳)  $\tan^{-1}(2)$
- (۴)  $\tan^{-1}\left(\frac{7}{3}\right)$

۹۲- یک معدن روباز توسط روش پوش‌بک در ۴ فاز استخراج می شود. اگر عیار حد در فاز یک A، در فاز دو B، در فاز سه C و در فاز چهار D باشد، کدام یک از عبارات زیر در مورد عیار حد این فازها درست است؟

- (۱)  $A > B$  و  $C < D$
- (۲)  $B > A$  و  $D > C$
- (۳)  $A < B < C < D$
- (۴)  $A > B > C > D$

۹۳- در بلوک شکل زیر با توجه به عیار نمونه‌های معلوم، عیار متوسط بلوک به روش عکس مجذور فاصله کدام است؟ (طول بلوک دو برابر عرض آن و نمونه‌های معلوم در وسط اضلاع بلوک واقع شده‌اند).



- (۱)  $0.1(g_1 + g_3) + 0.4(g_2 + g_4)$   
 (۲)  $0.4(g_1 + g_2) + 0.1(g_3 + g_4)$   
 (۳)  $0.1(g_1 + g_2) + 0.4(g_3 + g_4)$   
 (۴)  $0.4(g_1 + g_3) + 0.1(g_2 + g_4)$

۹۴- در شکل زیر، ارزش اقتصادی ستونی یک مقطع را به روش دو بعدی لرج و گروسمن نشان می‌دهد.  $P_{۲۴}$  چقدر است؟

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
۱	-۱	+۲	-۱	+۴	+۲	-۱	-۵
۲	-۲	-۱	+۵	+۳	+۱	-۲	-۳
۳	-۳	-۱	+۱	-۱	+۳	+۲	-۴

- (۱) +۲  
 (۲) +۴  
 (۳) +۵  
 (۴) +۸

۹۵- در یک معدن مس عیار متوسط ماده معدنی ۰/۹ درصد، عیار حد ۰/۲۵ درصد و درصد بازیابی در مراحل فراوری ۸۰ درصد است. در صورتی که قیمت هر کیلوگرم مس ۷۵۰ واحد پولی باشد، درآمد حاصل از هر تن ماده معدنی چند واحد پولی است؟

- (۱) ۵۴۰۰  
 (۲) ۶۰۰۰  
 (۳) ۶۷۵۰  
 (۴) ۷۵۰۰

۹۶- در یک عملیات معدنی هزینه استخراج هر تن ماده معدنی ۱ واحد پول، هزینه برداشت هر تن باطله ۱ واحد پول، هزینه فراوری هر تن ماده معدنی ۱۱ واحد پول، عیار کنسانتره ۳۲ درصد، هر تن کنسانتره به قیمت ۴۰ واحد پول به فروش می‌رسد. اگر درصد بازیابی عملیات فراوری ۸۰ درصد باشد، عیار حد سربه‌سری و نسبت باطله‌برداری سربه‌سری به ازای عیار ۱۲ درصد به ترتیب، کدام است؟

- (۱) ۱۱ درصد و صفر  
 (۲) ۱۱ درصد و یک  
 (۳) ۱۲ درصد و صفر  
 (۴) ۱۲ درصد و یک

۹۷- در شکل زیر، مدل بلوکی اقتصادی در یک مقطع قائم از یک کانسار نشان داده شده است. ابعاد بلوک‌ها یکسان و زاویه شیب پایدار دیواره ۴۵ درجه فرض شده است. ارزش محدوده بهینه کدام است؟

-۱	-۱	+۱	-۱	۰	-۱
-۱	۰	۰	۰	-۱	-۲
-۵	-۳	-۲	+۵	-۲	-۳

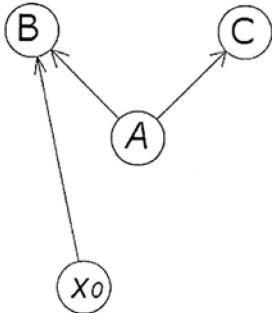
- (۱) +۳  
 (۲) +۲  
 (۳) +۱  
 (۴) صفر

۹۸- در شکل زیر، مدل بلوکی اقتصادی در یک مقطع قائم از یک کانساز نشان داده شده است. ابعاد بلوک‌ها یکسان و زاویه شیب پایدار دیواره ۴۵ درجه فرض شده است. تفاوت ارزش محدوده نهایی به روش مخروط شناور و محدوده بهینه کدام است؟

-۲	-۲	-۲	-۲	-۲	-۲	-۲
-۳	-۳	-۳	-۳	-۳	-۳	-۳
-۴	-۴	+۱۵	-۲	+۱۵	-۴	-۴

- (۱) صفر  
 (۲) ۱  
 (۳) ۲  
 (۴) ۳

۹۹- قسمتی از درخت گرافدار یک مدل بلوکی اقتصادی مطابق شکل زیر است. اگر ارزش اقتصادی هر یک از گره‌های A، B و C به ترتیب برابر ۲-، ۳- و ۴- باشد، طبق تئوری الگوریتم لرچ و گروسمن سه بعدی نتیجه تحلیل کمان AB کدام است؟



- (۱) منفی - ضعیف
- (۲) مثبت - ضعیف
- (۳) مثبت - قوی
- (۴) منفی - قوی

۱۰۰- اگر هزینه استخراج یک تن کانسنگ در عمق ۳۵۰ متری با روش زیرزمینی ۶,۰۰۰ تومان، هزینه استخراج همان یک تن کانسنگ در آن محدوده با روش روباز ۴,۰۰۰ تومان برآورد شود، چنانچه هزینه باطله برداری با روش روباز ۱,۰۰۰ تومان در هر تن باشد، نسبت باطله برداری حد روباز زیرزمینی چقدر است؟

- (۱) ۲/۵
- (۲) ۲
- (۳) ۱/۵
- (۴) ۱

۱۰۱- مطابق اطلاعات زیر، عبار حد لین در حالت اقتصادی به ترتیب برای دو مدل محدودیت استخراج ( $g_m$ ) و محدودیت ذوب و تصفیه ( $g_f$ )، به ترتیب کدام است؟

- قیمت ماده معدنی ۱۰۰ دلار برتن
- هزینه ذوب و تصفیه ۵۰ دلار برتن
- قیمت محصول نهایی ۱۰۰ دلار برتن
- راندمان ۸۰ درصد
- هزینه فراوری ۳۰ دلار برتن
- هزینه ثابت ۱۵۰ دلار برتن
- کنسانتره سالیانه ۳۰ تن

- (۱)  $\frac{4}{5}, \frac{6}{7}$
- (۲)  $\frac{3}{4}, \frac{5}{6}$
- (۳)  $\frac{6}{7}, \frac{4}{5}$
- (۴)  $\frac{5}{6}, \frac{3}{4}$

۱۰۲- استخراج موادی با عیار مساوی عیار حد سربه سری کارخانه، کدام یک از هزینه‌های زیر را پوشش می‌دهد؟

- (۱) باطله برداری و فراوری کانسنگ
- (۲) باطله برداری و استخراج کانسنگ
- (۳) فراوری کانسنگ و ارسال فلز به بازار
- (۴) استخراج کانسنگ و فراوری کانسنگ

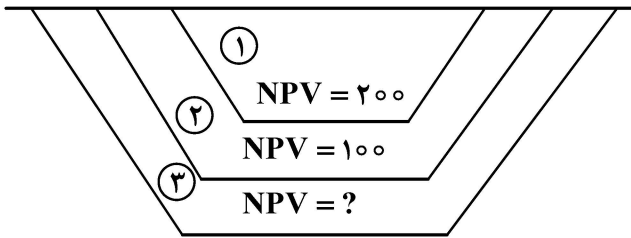
۱۰۳- در شکل زیر، مقطعی از محدوده نهایی یک معدن روباز بلوک بندی شده نشان داده شده است که در هر بلوک عدد بالایی نشان دهنده شماره بلوک و عدد پایینی نشان دهنده عیار بلوک است. در برنامه ریزی تولید به روش گرشون، کدام بلوک

در اولویت قرار دارد؟

۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
۰/۳	۰/۲	۰/۲	۰/۴	۰/۵	۰/۳	۰/۳
	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	
	۰/۲	۰/۳	۰/۱	۰/۴	۰/۴	
		۱۳	۱۴	۱۵		
		۰/۳	۰/۴	۰/۱		
			۱۶			
			۰/۵			

- (۱) ۳
- (۲) ۴
- (۳) ۵
- (۴) ۶

۱۰۴- سیستم برنامه‌ریزی تولید در یک معدن روباز براساس روش پوش‌بک در طی ۳ فاز مطابق شکل زیر است. اگر نرخ بهره برابر ۱۲٪ باشد و ارزش خالص فعلی (NPV) در محدوده فاز اول و دوم به ترتیب ۲۰۰ و ۱۰۰ باشد، مقدار NPV در محدوده فاز سوم چقدر است؟



- (۱) صفر  
(۲) ۵۰  
(۳) ۱۵۰  
(۴) ۲۰۰

۱۰۵- ابعاد افقی بلوک‌ها در مدل‌های بلوکی با توجه به کدام یک از عوامل زیر تعیین می‌شود؟

- (۱) روش تخمین عیار بلوک  
(۲) کمترین واریانس تخمین  
(۳) زوایای شیب دیواره نهایی  
(۴) عیار گمانه‌های اکتشافی

۱۰۶- در یک پهنه استخراجی که به روش اتاق و پایه استخراج می‌شود، در مرحله اولیه، نسبت استخراج ۴۰ درصد است. در مرحله دوم با بازیابی بخش‌هایی از پایه‌ها نسبت استخراج به ۵۰ درصد افزایش یافته‌است. بر مبنای تئوری سطح تأثیر، درصد افزایش تنش‌های پایه به بازیابی پایه چقدر بوده است؟

- (۱) ۱۰  
(۲) ۱۵  
(۳) ۱۸  
(۴) ۲۰

۱۰۷- در یک پهنه زغالی که به روش اتاق و پایه مکانیزه استخراج می‌شود، ماشین استخراج پیوسته به همراه دو ماشین شاتل ۲۴۰ تن در ساعت تولید می‌کند. ظرفیت ماشین‌های شاتل ۸ تن است. هنگامی که یک ماشین شاتل کار می‌کند، زمان هر سیکل ۵ دقیقه است. اگر یکی از ماشین‌های شاتل از کار بیفتد، میزان کاهش تولید نسبت به حالتی که دو ماشین کار می‌کنند، چند درصد است؟

- (۱) ۳۵  
(۲) ۴۰  
(۳) ۶۰  
(۴) ۶۵

۱۰۸- برای آماده‌سازی یک پهنه استخراجی به روش کارگاه و پایه از عملیات آتش‌کاری استفاده می‌شود. قسمت تاج سینه کارهای پیشروی در ابعاد  $6\text{ m} \times 3\text{ m}$  ایجاد می‌شود که میزان پیشروی در هر مرحله آتش‌کاری  $1/2$  متر است. به‌طور متوسط در هر شیفت در ۱۰ جبهه کار عملیات آتش‌کاری انجام می‌شود. اگر وزن مخصوص ماده معدنی  $1/5$  تن بر مترمکعب و در هر شیفت به‌طور متوسط ۱۸۰ کارگر مشغول عملیات باشند، میزان تولید به‌ازای هر نفر در شیفت چند تن خواهد بود؟

- (۱)  $3/6$   
(۲)  $1/8$   
(۳)  $1/2$   
(۴)  $0/75$

۱۰۹- در یک کارگاه اتاق و پایه برای استخراج از ماشین استخراج پیوسته استفاده می‌شود. حداقل ضخامت قابل استخراج براساس محدودیت‌های ماشین ۱ متر، ضخامت لایه استخراجی از ۷۵ سانتی‌متر تا ۲ متر متغیر است. بیشینه مقدار ترفیق ناشی از محدودیت ماشین چند درصد است؟

- (۱) ۱۰  
(۲)  $12/5$   
(۳) ۲۰  
(۴) ۲۵

۱۱۰- لایه‌ای شیب‌دار به ضخامت ۳ متر با استفاده از روش VCR استخراج می‌شود. اگر قطر چال‌های استخراجی برابر ۲۰۰ میلی‌متر باشد، حداکثر طول ماده منفجره برای دستیابی به خردشوندگی مناسب چند متر است؟

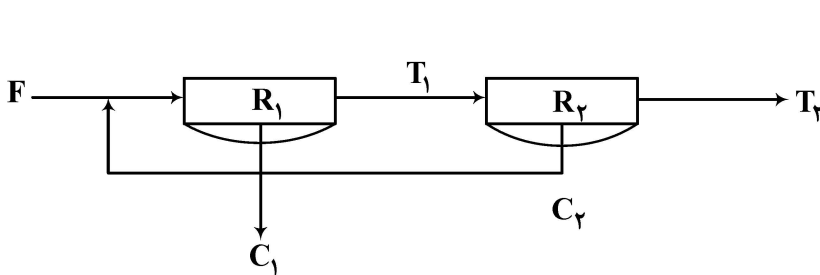
- (۱)  $1/2$   
(۲) ۱  
(۳)  $0/8$   
(۴)  $0/4$

- ۱۱۱- کدام مورد در خصوص نمودار پایداری نادرست است؟  
 (۱) برای طراحی پایه‌های کناری به کار می‌رود.  
 (۲) برای ارزیابی پایداری کارگاه‌های باز استفاده می‌شود.  
 (۳) برای طراحی سیستم نگهداری کارگاه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.  
 (۴) ارزیابی در آن به کمک دو پارامتر شعاع هیدرولیکی و عدد پایداری انجام می‌شود.
- ۱۱۲- برای استخراج یک کانسار لایه‌ای مس با شیب کم، ضخامت کمتر از ۲ متر، توزیع عیار مغشوش، ماده معدنی و سنگ دیواره مقاوم، کدام روش استخراج مناسب تر است؟  
 (۱) کندن و پرکردن (Cut and fill stoping)  
 (۲) استخراج سینه‌کاری (Breast stoping)  
 (۳) استخراج از طبقات فرعی (Sublevel stoping)  
 (۴) کارگاه باز رو به پایین (Underhand open stoping)
- ۱۱۳- یک لایه زغالی با ضخامت ۳ متر توسط شیرر دو طبقه با بازوی متغیر با عمق برش ۵/۰ متر استخراج می‌شود. وزن مخصوص زغال ۱/۴ تن بر مترمکعب است. اگر ابعاد پهنه ۱۵۰ m × ۲۰۰۰ m باشد، تولید در هر سیکل چند تن خواهد بود؟  
 (۱) ۴۲۰۰  
 (۲) ۳۰۰۰  
 (۳) ۳۱۵  
 (۴) ۲۲۵
- ۱۱۴- لایه‌ای زغالی به ضخامت ۳ متر در عمق ۳۰۰ متری توسط روش جبهه‌کار طولانی به پهنه‌هایی به عرض ۲۴۰ متر استخراج می‌شود. در پیش‌بینی حداکثر نشست پس از استخراج کامل پهنه، کدام مقدار به واقعیت نزدیک تر است؟  
 (۱) ۴/۲  
 (۲) ۳/۸  
 (۳) ۳/۵  
 (۴) ۲/۱
- ۱۱۵- در منطقه زغالی برای یک پهنه جبهه‌کار طولانی در عمق ۲۰۰ متر، نشست بحرانی با عرض ۱۵۰ متر رخ داده است. برای پهنه‌ای که در عمق ۳۰۰ متر قرار گرفته است، در چه عرض پهنه‌ای (بر حسب متر) به نشست بحرانی خواهد رسید؟  
 (۱) ۲۲۵  
 (۲) ۲۰۰  
 (۳) ۱۵۰  
 (۴) ۱۰۰
- ۱۱۶- در یک پهنه جبهه‌کار طولانی، لایه‌ای به ضخامت ۳ متر توسط شیرر با عمق برش ۷/۰ متر بریده می‌شود. سرعت حرکت شیرر در حین برش ۱۲ متر بر دقیقه است. اگر سطح مقطع مؤثر برای حمل بار توسط AFC مساوی ۴/۰ مترمربع، ضریب بارگیری ناو به‌طور متوسط ۷/۰ باشد، برای پاسخ‌گویی به تولید شیرر، سرعت حمل بار در AFC باید چند متر بر ثانیه باشد؟  
 (۱) ۰/۶  
 (۲) ۱/۵  
 (۳) ۲/۲۵  
 (۴) ۳/۷۵
- ۱۱۷- سقف یک معدن زغال‌سنگ متشکل از سه واحد سنگی است. با استفاده از رده‌بندی سقف CMRR، امتیاز مربوط به واحد ۱ برابر با ۵۵، واحد ۲ برابر با ۶۵ و واحد ۳ برابر با ۶۰ محاسبه شده است. بررسی‌های انجام‌شده نشان داده است که آب زیرزمینی در داخل تشکیلات معدن جریان داشته و یک لایه ضعیف بالای فاصله پیچ سنگ‌گذاری شده قرار دارد. همچنین پیچ‌سنگ‌ها تعداد ۴ لایه سقف را در برمی‌گیرد. با توجه به شرایط بیان‌شده، امتیاز مربوط به CMRR در این معدن کدام است؟  
 (۱) ۶۰  
 (۲) ۴۷  
 (۳) ۴۲  
 (۴) ۳۷

- ۱۱۸- کدام پارامتر در بیضوی‌های سست‌شدگی از بیضوی‌های استخراج در جریان ثقلی بیشتر نیست؟  
 (۱) خروج از مرکز بیضوی  
 (۲) ارتفاع بیضوی  
 (۳) عرض بیضوی  
 (۴) حجم بیضوی
- ۱۱۹- کدام عامل باعث کمتر شدن خروج از مرکز بیضوی استخراج، در روش تخریب در طبقات فرعی می‌شود؟  
 (۱) مواد دانه‌ریز  
 (۲) مواد گرد با سطح صاف  
 (۳) مواد چسبنده و مرطوب  
 (۴) مواد با وزن مخصوص بالا
- ۱۲۰- با استفاده از کدام روش می‌توان تخریب‌پذیری روش تخریب بلوکی را بررسی نمود؟  
 (۱) CMRR  
 (۲) CMC  
 (۳) RMR  
 (۴) نمودار پایداری

کانه‌آرایی پیشرفته - هیدرومتالورژی:

- ۱۲۱- کدام مورد، در خصوص تأثیر تغییرات طول و عرض سرندهای صنعتی نادرست است؟  
 (۱) کاهش طول و عرض سرند به ترتیب، سبب کاهش کارایی و کاهش ظرفیت می‌شود.  
 (۲) افزایش طول و عرض سرند به ترتیب، سبب افزایش کارایی و افزایش ظرفیت می‌شود.  
 (۳) افزایش طول و عرض سرند به ترتیب، سبب افزایش کارایی و کاهش ظرفیت می‌شود.  
 (۴) کاهش طول و عرض سرند به ترتیب، سبب کاهش کارایی و افزایش ظرفیت می‌شود.
- ۱۲۲- کدام رابطه برای محاسبه بازیابی وزنی در جریان باطله مدار زیر، درست است؟



$$R = \frac{R_2}{R_1} \quad (1)$$

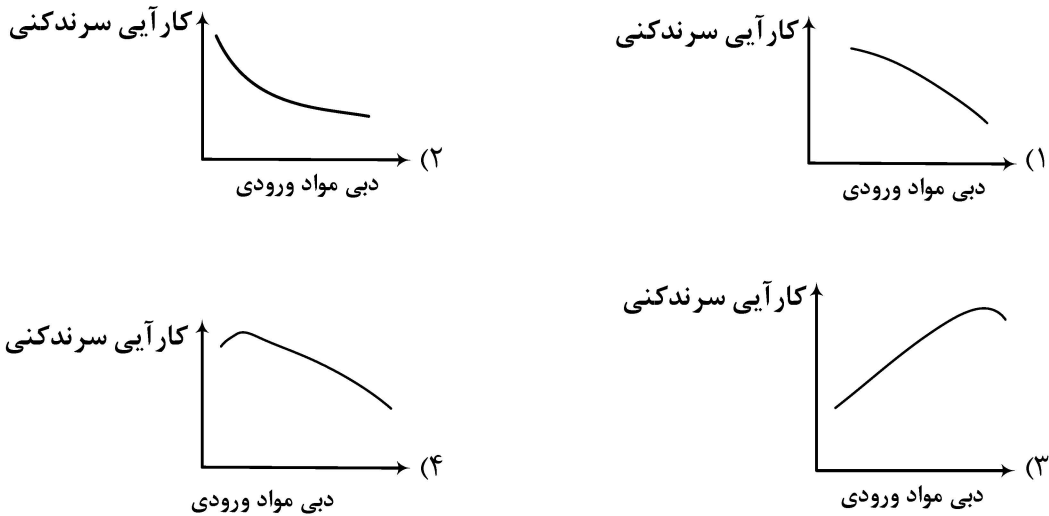
$$R = \frac{R_1}{R_2(1-R_1)} \quad (2)$$

$$R = \frac{R_1}{(1-R_2)(1-R_1)} \quad (3)$$

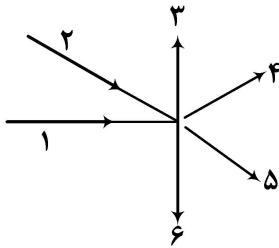
$$R = \frac{(1-R_2)(1-R_1)}{(1-R_2)(1-R_1)} \quad (4)$$

- ۱۲۳- در طراحی تیکنر باطله سنگ آهن، کدام دسته از مواد زیر نقش مؤثرتری در تعیین قطر تیکنر دارند؟  
 (۱) ذرات هماتیت ریزدانه، با اندازه ریزتر از ۲۰ میکرون  
 (۲) ذرات سیلیس ریزدانه، با اندازه ریزتر از ۲۰ میکرون  
 (۳) ذرات سیلیس درشت‌دانه، با اندازه ۲۰ تا ۱۰۰ میکرون  
 (۴) ذرات هماتیت درشت‌دانه، با اندازه ۲۰ تا ۱۰۰ میکرون
- ۱۲۴- در فرآوری یک کانسار فلزی، حساسیت مقدار بازیابی محاسباتی به کدام پارامتر بیشتر است؟  
 (۱) وزن کنسانتره  
 (۲) عیار فلز در خوراک  
 (۳) عیار فلز در باطله  
 (۴) عیار فلز در کنسانتره
- ۱۲۵- در یک کارخانه زغال‌شویی، خوراک ورودی حاوی ۲۵٪ خاکستر و راندمان وزنی زغال به کنسانتره ۶۰٪ است. در صورتی که محتوای خاکستر زغال سنگ در کنسانتره ۱۰٪ باشد، بازدهی جدایش این عملیات چند درصد است؟  
 (۱) ۴۰  
 (۲) ۴۸  
 (۳) ۵۲  
 (۴) ۷۵

۱۲۶- کدام منحنی، کارآیی سردکنی را به صورت تابعی از دبی مواد ورودی، درست نشان می دهد؟



۱۲۷- برای محاسبه داده های کل جریان های مدار زیر، حداقل چه تعداد جریان مستقل باید نمونه گیری شوند؟



(۱) ۶

(۲) ۷

(۳) ۸

(۴) ۹

۱۲۸- اگر درصد حجمی جامد خوراک یک هیدروسیکلون دارای نوسان زیادی باشد، برای محاسبه حد جدایش کدام رابطه مناسب تر است؟

(۱) استوکس

(۲) پلیت

(۳) مولار

(۴) نیوتن

۱۲۹- دبی خوراک و سرریز یک هیدروسیکلون به ترتیب ۱۶ و ۴ تن در ساعت است. اگر بازیابی تصحیح شده سیکلون ۶۰ درصد باشد، چند درصد آب از ته ریز خارج می شود؟

(۱) ۲۲/۴

(۲) ۲۸/۲

(۳) ۳۱/۶

(۴) ۳۷/۵

۱۳۰- بازیابی یک کانی با ارزش به کنسانتره ۷۴ درصد و بازیابی گانگ به کنسانتره ۲۷ درصد، با اصلاح خط تولید بازیابی کانی با ارزش به کنسانتره ۷۶ درصد و بازیابی گانگ به کنسانتره ۳۰ درصد شد. کارایی جدایش این فرایند چند درصد تغییر کرده است؟

(۱) ۱

(۲) ۲

(۳) ۳

(۴) ۴

۱۳۱- بازیابی مواد بزرگ تر از دهانه سردند، در بخش باقی مانده روی سردند، در صورتی که درصد مواد بزرگ تر از حد جدایش، در بار اولیه، در بخش باقی مانده بر روی سردند و در بخش عبور کرده از سردند به ترتیب برابر ۵۰، ۷۵ و ۲۰ درصد باشند، چقدر است؟

(۱) ۸۸/۴

(۲) ۸۱/۸

(۳) ۶۰/۳

(۴) ۵۰/۸



۱۳۲- به یک مخزن، سه جریان با دبی جامد خشک ۲، ۴ و ۶ تن بر ساعت وارد می شوند. نسبت رقت این سه جریان به ترتیب ۱/۲، ۱/۸ و ۲ اندازه گیری شده است. اگر ۱۰۰ لیتر بر دقیقه آب به این مخزن وارد شود، درصد جامد جریان خروجی از این مخزن چقدر خواهد بود؟ ( توجه : این مخزن، فقط یک خروجی دارد.)

(۱) ۳۰/۳

(۲) ۳۵/۷

(۴) ۷۲/۳

(۳) ۶۶/۷

۱۳۳- در کدام حالت حداقل مقدار نمونه لازم، بیشتری نیاز است؟

(۱) ذرات با شکل غیرمنظم با اندازه متفاوت

(۲) ذرات گوشه دار با اندازه متفاوت

(۳) ذرات ورقه‌ای با اندازه یکسان

(۴) ذرات کروی شکل با اندازه یکسان

۱۳۴- در یک مدار پرعیارکنی، سه دستگاه اسپیرال به صورت سری قرار گرفته‌اند به طوری که باطله هر دستگاه، خوراک دستگاه بعدی است. در صورتی که بازیابی این سه دستگاه به ترتیب ۸۰، ۶۰ و ۴۰ درصد باشد، اختلاف بازیابی کل با بازیابی اولیه چند درصد است؟

(۱) ۱۸/۳

(۲) ۱۵/۲

(۴) ۱۰/۳

(۳) ۱۲/۷

۱۳۵- بازیابی یک کارخانه فرآوری از رابطه  $R = -0.0001C^2 + 15f - 3t$  قابل محاسبه است. اگر عیار کنسانتره، خوراک و باطله به ترتیب ۵۰، ۵ و ۱ درصد و واریانس آنها به ترتیب ۱، ۱ و ۳/۵ باشند، انحراف معیار بازیابی چقدر است؟

(۱) ۸/۰۵

(۲) ۱۲/۴

(۴) ۱۸/۷

(۳) ۱۶/۰۱

۱۳۶- یک تعویض کننده یونی به دلایل فیزیکی و شیمیایی معینی، یون‌های مخالفش را ترجیحاً با دیگر یون‌ها مبادله می کند. کدام مورد نحوه ترجیح یک رزین کاتیونی برای تبادل در یک محلول رقیق را درست نشان می دهد؟

(۱)  $K^+ < Na^+ < Li^+$

(۲)  $Cl^- < Br^- < I^-$

(۳)  $La^{+3} < Ca^{+2} < Na^+$

(۴)  $Ba^{+2} < Ca^{+2} < Mg^{+2}$

۱۳۷- کدام مکانیزم، بیان کننده مکانیزم استخراج اورانیوم از محلول‌های اسید نیتریک به وسیله استخراج کننده تری بوتیل فسفات است؟

(۱) کی‌لیت شدن

(۲) تبادل کاتیونی

(۳) انتقال زوج یون

(۴) حلال پوشی

۱۳۸- در پدیده اندرکنش گالوانیکی، بین کانی‌های سولفیدی چه رابطه‌ای برقرار است؟

(۱) هرچه اختلاف پتانسیل ایستایی دوکانی بیشتر باشد، اندرکنش ضعیف تر خواهد بود.

(۲) کانی با پتانسیل ایستایی پایین تر باعث تسریع انحلال کانی با پتانسیل ایستایی بالاتر می شود.

(۳) کانی با پتانسیل ایستایی بالاتر باعث تسریع انحلال کانی با پتانسیل ایستایی پایین تر می شود.

(۴) انتقال الکترون از سمت کانی با پتانسیل ایستایی بالاتر به سمت کانی با پتانسیل ایستایی پایین تر است.

۱۳۹- جهت انحلال مناسب کانی‌های استیبنیت و تتراهدریت و تولید Sb، چه روشی پیشنهاد می شود؟

(۱) انحلال قلیایی  $NaOH + Na_2S$

(۲) انحلال اسیدی با  $H_2SO_4$  یا  $HCl$

(۳) انحلال میکروبی با باکتری‌های هتروتروف

(۴) انحلال میکروبی با باکتری‌های مزوفیل و ترموفیل

۱۴۰- فرایند ژئوکت، چه نوع فرایندی است؟

- ۱) بر روی نمونه کنسانتره و به روش هیپ انجام می‌شود.
- ۲) بر روی نمونه کنسانتره و به روش vat انجام می‌شود.
- ۳) بر روی نمونه کم‌عیار و به روش هیپ انجام می‌شود.
- ۴) بر روی نمونه کم‌عیار و به روش vat انجام می‌شود.

۱۴۱- در روش‌های انحلال، کدام عبارت برای انحلال هیپ و vat درست است؟

- ۱) روش vat برای نمونه‌های حجیم کاربرد دارد و هزینه کمتری دارد.
- ۲) ابعاد ذرات در روش vat کوچک‌تر و انحلال سریع‌تر است.
- ۳) ابعاد ذرات در روش هیپ کوچک‌تر و انحلال سریع‌تر است.
- ۴) ابعاد ذرات در هر دو روش مشابه است.

۱۴۲- دو ماده هیدرازین و نمک‌های بروهیدرید به ترتیب، چه نقشی در محلول ایفا می‌کنند؟

- ۱) احیاکننده و اکسیدکننده
- ۲) احیاکننده و احیاکننده
- ۳) اکسیدکننده و احیاکننده
- ۴) اکسیدکننده و اکسیدکننده

۱۴۳- در صنعت تولید روی و فرایند تصفیه سرد، اضافه کردن پودر روی باعث سمانتاسیون کدام عناصر می‌شود؟

- ۱) مس - نیکل - کادمیم
- ۲) کادمیم - کبالت - مس
- ۳) نیکل - کبالت - کادمیم
- ۴) کبالت - مس - نیکل

۱۴۴- با اضافه کردن کربولیت ( $Na_3AlF_6$ ) به فرایند هال - هرولت، دمای ذوب آلومینا حدود چند درجه سانتی‌گراد

کاهش پیدا می‌کند؟

- ۱) ۵۰۰
- ۲) ۷۵۰
- ۳) ۱۰۰۰
- ۴) ۱۵۰۰

۱۴۵- در فرایند استخراج حلالی (SX)، کدام مشخصه جزو مشخصات یک حلال ایده‌آل برای مس نیست؟

- ۱) جدایش انتخابی مس از دیگر فلزات محلول در PLS به‌خصوص Fe و Mn
- ۲) ایجاد کراد (Crud) و پایداری تحت شرایط انحلال و شستشو
- ۳) عدم انتقال ناخالصی از PLS به الکترولیت به‌خصوص کلر
- ۴) قابل حل در محلول‌های ارزان تقطیر نفتی مثل کروزن

۱۴۶- در کانسنگ‌های مقاوم طلا، کدام عامل و پدیده صرفاً توسط روش خردایش بسیار زیاد قابل برطرف شدن است؟

- ۱) حضور مواد رباينده طلا
- ۲) حضور مواد و عناصر مصرف‌کننده سیانور
- ۳) طلا در ابعاد ریز در کانی‌های سولفیدی درگیر است.
- ۴) طلا در ابعاد ریز در کانی‌های سیلیکاتی (کوارتز) درگیر است.

۱۴۷- در فرایند جذب سطحی، کدام مورد نادرست است؟

- ۱) نوع فیزیکی گرماده و نوع شیمیایی گرماگیر است.
- ۲) نوع فیزیکی برگشت‌پذیر و نوع شیمیایی برگشت‌ناپذیر است.
- ۳) انرژی فعال‌سازی در نوع فیزیکی کم و در نوع شیمیایی زیاد است.
- ۴) نوع فیزیکی به‌صورت انتخابی عمل می‌کند و در نوع شیمیایی عکس این مسئله است.

۱۴۸- در فرایند تولید KCl (پتاس) به روش مرسوم، کدام ترکیب و به چه دلیل در ابتدای فرایند پرعیارسازی کارنالیته و در دمای پایین از مدار خارج می‌شود؟

- (۱)  $\text{CaCl}_2$  - ضریب حلالیت بالا  
 (۲)  $\text{NaCl}$  - ضریب حلالیت بالا  
 (۳)  $\text{MgCl}_2$  - ضریب حلالیت بالا  
 (۴)  $\text{MgCl}_2$  - ایجاد محیط اشباع

۱۴۹- روش لیچینگ تشخیصی (Diagnostic leaching) جهت بررسی میزان انحلال پذیری کدام مورد و در کجا انجام می‌شود؟

- (۱) طلا - فرایند سیانوراسیون  
 (۲) مس - ذخایر پورفیری در فرایند هیپ لیچینگ  
 (۳) طلا و مس - ذخایر پلی‌متال در فرایند سیانوراسیون  
 (۴) طلا و پلاتین - فرایند انحلال با جایگزین‌های سیانور  
 ۱۵۰- همه موارد زیر درباره تشکیل جاروسیت درست هستند، به جز .....  
 (۱) با تشکیل آن در محلول، اسید تولید می‌شود.

- (۲) تشکیل آن در حضور آهن فرس (Fe<sup>2+</sup>) محتمل تر است.  
 (۳) انواع جاروسیت‌های آمونیوم و پتاسیم، گونه‌های غالب هستند.  
 (۴) در محلولی با پتانسیل اکسیداسیون احیاء (ORP) بالا تشکیل می‌شود.

مکانیک محیط‌های پیوسته - طراحی و اجرای فضاهای زیرزمینی:

۱۵۱- برای بازه دوتایی ۱ و ۲، معادله  $A_{ij} = B_{ip} C_{jq} D_{pq}$  برقرار است. مقدار بسط داده شده  $A_{۱۲}$  کدام است؟

- (۱)  $B_{۲۱}C_{۱۱}D_{۱۱} + B_{۲۱}C_{۱۲}D_{۱۲} + B_{۲۲}C_{۱۱}D_{۲۱} + B_{۲۲}C_{۱۲}D_{۲۲}$   
 (۲)  $B_{۱۱}C_{۲۱}D_{۱۱} + B_{۱۱}C_{۲۲}D_{۱۲} + B_{۱۲}C_{۲۱}D_{۲۱} + B_{۱۲}C_{۲۲}D_{۲۲}$   
 (۳)  $B_{۱۲}C_{۱۱}D_{۱۱} + B_{۲۱}C_{۱۲}D_{۱۲} + B_{۱۲}C_{۱۱}D_{۱۲} + B_{۲۲}C_{۱۲}D_{۲۲}$   
 (۴)  $B_{۱۲}C_{۱۲}D_{۱۱} + B_{۲۱}C_{۲۲}D_{۱۲} + B_{۲۲}C_{۲۱}D_{۲۱} + B_{۲۲}C_{۱۲}D_{۱۲}$

۱۵۲- اگر  $A_{ij} = \delta_{ij} B_{kk} + \epsilon B_{ij}$  باشد، مقدار  $B_{kk}$  کدام است؟

(۱)  $\frac{A_{kk}}{\epsilon}$

(۲)  $\frac{A_{kk}}{4}$

(۳)  $3 A_{kk}$

(۴) صفر

۱۵۳- در یک آزمایش سه‌محوره (Triaxial)، مقدار تنش همه جانبه در لحظه شکست کدام است؟ ( $\sigma_3$  تنش همه جانبه در مرحله اول بارگذاری و  $\sigma_1 = \sigma_3 + \sigma_d$  تنش محوری در لحظه شکست هستند).

(۱)  $\frac{\sigma_d + 2\sigma_3}{3}$

(۲)  $\frac{\sigma_1 + \sigma_3}{3}$

(۳)  $\sigma_3 + \frac{\sigma_d}{3}$

(۴) ثابت هستند و برابر  $\sigma_3$

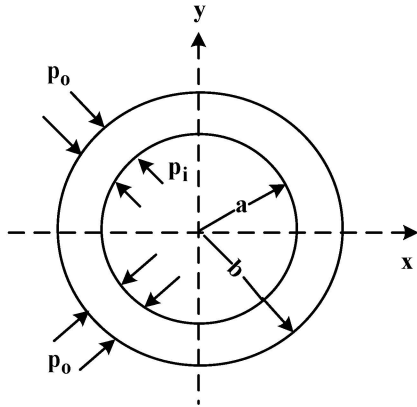
۱۵۴- یک سیلندر جدار ضخیم به شعاع داخلی  $a = 30 \text{ cm}$  و شعاع خارجی  $b = 40 \text{ cm}$  از جنس فلزی به مقاومت  $500 \text{ MPa}$  مفروض است. در غیاب فشار خارجی، حداکثر فشار داخلی قابل تحمل برای سیلندر چند مگاپاسکال است؟

$$\sigma_r = \frac{a^2 p_i - b^2 p_o}{b^2 - a^2} + \frac{a^2 b^2 (p_o - p_i)}{b^2 - a^2} \cdot \frac{1}{r^2} \quad (1) \quad 100$$

$$\sigma_\theta = \frac{a^2 p_i - b^2 p_o}{b^2 - a^2} - \frac{a^2 b^2 (p_o - p_i)}{b^2 - a^2} \cdot \frac{1}{r^2} \quad (2) \quad 140$$

$$\sigma_r = \frac{a^2 p_i - b^2 p_o}{b^2 - a^2} + \frac{a^2 b^2 (p_o - p_i)}{b^2 - a^2} \cdot \frac{1}{r^2} \quad (3) \quad 250$$

$$\sigma_\theta = \frac{a^2 p_i - b^2 p_o}{b^2 - a^2} - \frac{a^2 b^2 (p_o - p_i)}{b^2 - a^2} \cdot \frac{1}{r^2} \quad (4) \quad 500$$



۱۵۵- تابع تغییر مکان  $\vec{u} = (Ax_1 + 3x_2 + x_1x_3)\hat{i} + (3x_1 - Bx_2 - x_2x_3)\hat{j} + 5Ax_3\hat{k}$  را در نظر بگیرید. در چه صورت کرنش حجمی در نقطه به مختصات  $(1, 1, 1)$ ، صفر می‌شود؟

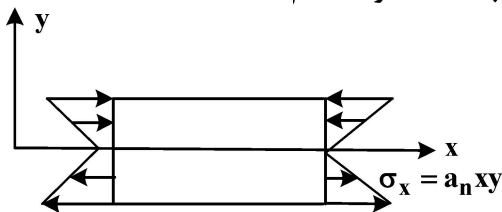
(۱)  $A = 0$

(۲)  $B = 0$

(۳)  $B = -A$

(۴)  $B = 6A$

۱۵۶- در یک تیر دو سرگیردار با بارگذاری گسترده که منجر به گشتاور  $M_z$  می‌شود، توزیع تنش خطی مطابق شکل است، اگر تابع تنش ایری به صورت یک چندجمله‌ای کامل درجه  $n$  باشد، مقدار  $n$  کدام است؟



(۱) فقط ۳

(۲) فقط ۴

(۳) ۳ یا ۴

(۴) ۴ یا ۵

۱۵۷- در تانسور تنش  $\sigma_{ij} = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 2 & -6 & 6 \\ 3 & 6 & 9 \end{bmatrix}$ ، اگر  $\sigma_1$ ،  $\sigma_2$  و  $\sigma_3$  تنش‌های اصلی باشند، مقدار

$\min\{|\sigma_1|, |\sigma_2|, |\sigma_3|\}$  کدام است؟

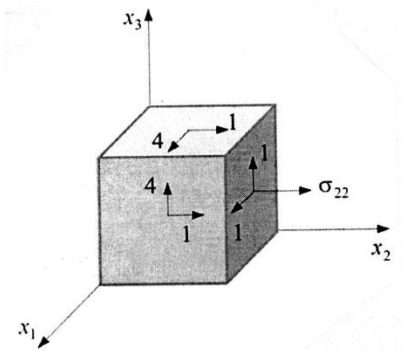
(۱) ۲

(۲) ۸

(۳) ۹

(۴) صفر

۱۵۸- وضعیت تنش در نقطه‌ای از یک جسم در حالت تعادل مطابق شکل است، مقدار  $\sigma_{22}$  را به گونه‌ای مشخص کنید که در حداقل یک صفحه گذرا بر آن نقطه، عاری از تنش باشد؟



(۱)  $\frac{1}{2}$

(۲)  $\frac{1}{3}$

(۳)  $-\frac{1}{3}$

(۴)  $-\frac{1}{2}$

۱۵۹- تانسور تنش اصلی برای یک جسم در حالت تعادل به شرح  $\sigma_{ij} = \begin{bmatrix} 8 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 3 \end{bmatrix}$  است. نقاط  $A \left\{ \begin{array}{l} \sigma_n = 6 \\ \sigma_s = 1/5 \end{array} \right.$  و

۱۶۰- تانسور تنش در یک نقطه از جسمی در حالت تعادل به شرح  $C \left\{ \begin{array}{l} \sigma_n = 8 \\ \sigma_s = 3 \end{array} \right.$  و  $B \left\{ \begin{array}{l} \sigma_n = 3 \\ \sigma_s = 3 \end{array} \right.$  را در نظر بگیرید. شرایط ممکن یا غیرممکن حالت تنش برای نقاط مذکور چگونه است؟

(حالت ممکن با یک و حالت غیرممکن با صفر نشان داده می‌شود).

(۱)  $A = 0, B = 1, C = 1$

(۲)  $A = 1, B = 0, C = 0$

(۳)  $A = 0, B = 1, C = 0$

(۴)  $A = 0, B = 1, C = 1$

۱۶۰- تانسور تنش در یک نقطه از جسمی در حالت تعادل به شرح  $\sigma_{ij} = \begin{bmatrix} 1 & a & b \\ a & 2 & c \\ b & c & -1 \end{bmatrix}$  است. مقادیر  $a, b$  و  $c$

در صورتی که بردار تنش در صفحه‌ای اکتاهدرال عاری از تنش باشد، کدام‌اند؟

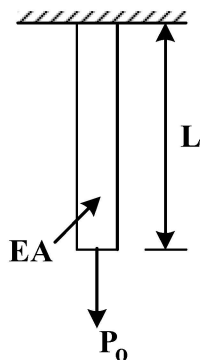
(۲)  $a = -2, b = 1, c = 0$

(۱)  $a = -1, b = -1, c = -1$

(۴)  $a = \frac{1}{3}, b = -\frac{1}{3}, c = 0$

(۳)  $a = \frac{1}{2}, b = \frac{1}{2}, c = \frac{1}{2}$

۱۶۱- یک تیر منشوری مربع‌القاعده، مطابق شکل هم تحت وزن خود است و هم در انتها بار  $P_0$  را تحمل می‌کند. مقدار انرژی کرنشی ذخیره شده در آن کدام است؟ ( $\gamma$  وزن مخصوص و  $AE$  سختی محوری آن است).



(۱)  $\frac{\gamma P_0 L^2}{2E} + \frac{P_0^2 L}{2AE}$

(۲)  $\frac{\gamma AL^2}{6E} + \frac{\gamma P_0 L^2}{2E}$

(۳)  $\frac{\gamma AL^2}{6E} + \frac{\gamma P_0^2 L^2}{2EA} + \frac{P_0^2 L}{2AE}$

(۴)  $\frac{\gamma^2 AL^2}{6E} + \frac{\gamma P_0 L^2}{2E} + \frac{P_0^2 L}{2AE}$

۱۶۲- تانسور تنش  $\sigma_{ij} = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_{22} & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_{33} \end{bmatrix}$  مفروض است. اگر  $\sigma_{ii} = 0$  باشد، در چه صفحه‌ای بردار تنش، فقط تنش برشی است؟

- (۱) صفحه اکتاهدرال  
 (۲) هر کدام از صفحات تنش برشی حداکثر  
 (۳) در هیچ صفحه‌ای چنین امکانی وجود ندارد.  
 (۴) در صفحه‌ای که نیمساز صفحات اصلی باشد.
- ۱۶۳- رفتار حاکم بر استوانه طویل تحت فشار یکنواخت داخلی، کدام است؟

(۱) Plane Strain (۱) (۲) Plane Stress (۲)

(۳) Plane Deformation (۳) (۴) Plane Strain or Plane Stress (۴)

۱۶۴- در یک مسئله تنش صفحه‌ای بدون نیروهای حجمی، تابع تنش ایری به صورت زیر معرفی شده است. مقدار  $a$  برای رسیدن به میدان جابه‌جایی منحصر به فرد باید کدام باشد؟

$$\phi(x, y) = x^2 y^3 + ay^5$$

- (۱) صفر  
 (۲)  $-\frac{1}{2}$   
 (۳)  $-\frac{1}{3}$   
 (۴)  $-\frac{1}{5}$

۱۶۵- چنانچه برای ماده همگن و همسانگرد  $\sigma_{ij} = \frac{E}{1+\nu} \left( \epsilon_{ij} + \frac{\nu}{1-2\nu} \epsilon_{mm} \delta_{ij} \right)$  باشد، مقدار  $\sigma_{ii}$  کدام است؟

- (۱)  $\frac{3E\nu}{1-2\nu} \epsilon_{mm}$   
 (۲)  $\frac{3E}{1-2\nu} \epsilon_{mm}$   
 (۳)  $\frac{E\nu}{1-2\nu} \epsilon_{mm}$   
 (۴)  $\frac{E}{1-2\nu} \epsilon_{mm}$

۱۶۶- در روش طبقه‌بندی  $Q$ ، کدام پارامتر معرف اندازه (ابعاد) نسبی بلوک‌های توده‌سنگ است؟

- (۱)  $\frac{RQD}{J_n}$   
 (۲) RQD  
 (۳)  $J_n$   
 (۴) هیچ کدام

۱۶۷- در طراحی تونل کم‌عمق در سنگ ضعیف چه روشی مناسب‌تر است؟

- (۱) Q  
 (۲) RMR  
 (۳) تجربی  
 (۴) تحلیلی و مدل‌سازی عددی

۱۶۸- اگر تونلی در توده‌سنگ کاملاً خردشده و زیر سطح آب زیرزمینی حفاری شود، میزان بار سنگ در روش ترزاقی چگونه محاسبه می‌شود؟ ( $B$  عرض دهانه،  $H_t$  ارتفاع تونل)

- (۱) میزان بار سنگ برابر  $\frac{1}{2}(B + H_t)$  برآورد می‌شود.  
 (۲) میزان بار سنگ  $50\%$  کمتر از  $\frac{1}{2}(B + H_t)$  برآورد می‌شود.  
 (۳) میزان بار سنگ  $50\%$  بیشتر از  $\frac{1}{2}(B + H_t)$  برآورد می‌شود.  
 (۴) میزان بار سنگ به ابعاد تونل بستگی نداشته و با توجه به عمق تونل برآورد می‌شود.

- ۱۶۹- عوامل مؤثر در طراحی شکل فضاهای زیرزمینی، کدام است؟
- ۱) کاربری - پارامترهای سنگ سالم و توده سنگ - روش حفاری
  - ۲) نوع فضای زیرزمینی - عمق (میزبان روباره) - شرایط زمین‌شناسی
  - ۳) کاربری - شرایط زمین‌شناسی و ژئو مکانیکی - روش حفاری - عمق (میزان روباره)
  - ۴) نوع فضای زیرزمینی - روش حفاری - پارامترهای سنگ سالم و توده سنگ
- ۱۷۰- در ارتباط با سازه‌های زیرزمینی عمیق، کدام موارد مخاطرات اصلی محسوب می‌شوند؟
- ۱) زمین لرزه - تورم - حرارت
  - ۲) انفجار سنگ - زمین لرزه - حرارت
  - ۳) مچاله‌شوندگی - انفجار سنگ - زمین لرزه
  - ۴) انفجار سنگ - مچاله‌شوندگی - حرارت
- ۱۷۱- در طراحی تونل‌ها توسط روش همگرایی - همجواری، فشار وارد بر سامانه نگهداری، چگونه به دست می‌آید؟
- ۱) مستقل از منحنی عکس‌العمل زمین
  - ۲) از تقاطع منحنی عکس‌العمل زمین و منحنی سامانه نگهداری
  - ۳) براساس حداکثر فشار قابل تحمل سامانه نگهداری
  - ۴) مستقل از نقطه تقاطع منحنی عکس‌العمل زمین و سامانه نگهداری
- ۱۷۲- اگر تونل در سنگ سخت و دارای زون‌های برشی و گسلی متعدد باشد، کدام دستگاه مکانیزه برای حفاری این تونل مناسب‌تر است؟
- ۱) ماشین سپر تعادل زمین (EPB)
  - ۲) ماشین TBM نوع باز (Open TBM)
  - ۳) ماشین TBM سپر تک (Single shield)
  - ۴) ماشین TBM سپری دوپل (Double shield)
- ۱۷۳- کدام مورد در خصوص تفاوت پدیده مچاله‌شوندگی و تورم، درست است؟
- ۱) توده سنگ واقع در اعماق کم
  - ۲) توده سنگ واقع در اعماق زیاد
  - ۳) توده سنگ حاوی کانی‌های رسی و اعماق کم
  - ۴) توده سنگ حاوی کانی‌های رسی و آب زیرزمینی
- ۱۷۴- محدوده ناپیوسته (بلوکی) براساس معیار فاکتور پیوستگی (CF) کدام است؟
- ۱)  $6 < CF < 15$
  - ۲)  $3 < CF < 30$
  - ۳)  $15 < CF < 30$
  - ۴)  $3 < CF < 6$
- ۱۷۵- شرایط کاربرد روابط تحلیلی کرچ، کدام است؟
- ۱) محیط پلاستیک - تنش‌ها هیدرواستاتیک - تونل دایره‌ای
  - ۲) محیط الاستیک - تنش‌ها هیدرواستاتیک - تونل دایره‌ای
  - ۳) محیط الاستیک و پلاستیک - تنش‌ها هیدرواستاتیک - تونل دایره‌ای
  - ۴) محیط الاستیک و پلاستیک - تنش‌ها غیرهیدرواستاتیک - تونل دایره‌ای
- ۱۷۶- روش‌های کنترل آب زیرزمینی در فضاهای زیرزمینی، کدام است؟
- ۱) انجماد - آب‌بندی - زهکشی
  - ۲) انجماد - اجرای شاتکریت - تزریق دوغاب
  - ۳) زهکشی - اجرای شاتکریت - سیستم نگهداری فولادی
  - ۴) اجرای شاتکریت - آب‌بندی - سیستم نگهداری فولادی
- ۱۷۷- کدام مورد در خصوص کرنش بحرانی، درست است؟
- ۱) کرنش بحرانی تنها برای سنگ بکر به کار می‌رود.
  - ۲) کرنش بحرانی سنگ بکر و توده سنگ برابر است.
  - ۳) کرنش بحرانی توده سنگ بیشتر از سنگ بکر است.
  - ۴) کرنش بحرانی سنگ بکر بیشتر از توده سنگ است.

- ۱۷۸- کدام مورد در خصوص مدول تغییر شکل توده سنگ، درست است؟
- (۱) یک کمیت تانسوری است.  
(۲) یک کمیت برداری است.  
(۳) یک کمیت اسکالر است.  
(۴) هیچ کدام
- ۱۷۹- در کدام روش(ها) اجرای فضاهاى زیرزمینی، حفر گمانه برای شناسایی زمین اهمیت بیشتری دارد؟
- (۱) ماشین رود هدر (حفار بازویی)  
(۲) مکانیزه با ماشین‌های TBM  
(۳) چالزنی و انفجار  
(۴) کند و پوش
- ۱۸۰- اگر تناوب ناپیوستگی‌ها در راستای طول تونل برابر ۱۰ باشد ( $\lambda = 10$ )، میزان شاخص کیفیت توده سنگ (RQD) چند درصد است؟
- (۱) ۲۶  
(۲) ۶۴  
(۳) ۷۴  
(۴) ۱۰۰