

کد کنترل

517

F



## آزمون (نیمه‌متمرکز) ورود به دوره‌های دکتری - سال ۱۴۰۲

دفترچه شماره (۱)

صبح پنج‌شنبه  
۱۴۰۱/۱۲/۱۱جمهوری اسلامی ایران  
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری  
سازمان سنجش آموزش کشور«اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می‌شود.»  
امام خمینی (ره)

### مهندسی معدن - فرآوری مواد معدنی (کد ۲۳۳۷)

زمان پاسخ‌گویی: ۱۳۵ دقیقه

تعداد سؤال: ۴۵

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤالات

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	مجموعه دروس تخصصی: - فلوتاسیون - کانه‌آرایی پیشرفته - هیدرومتالورژی	۴۵	۱	۴۵

این آزمون نمره منفی دارد.

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

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.

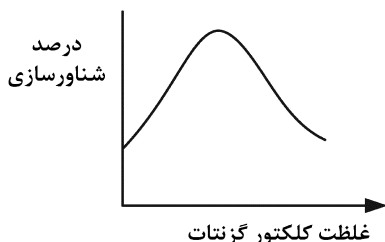
\* داوطلب گرامی، عدم درج مشخصات و امضا در مندرجات جدول زیر، به منزله عدم حضور شما در جلسه آزمون است.

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 سؤالات، نوع و کد کنترل درج شده بر روی جلد دفترچه سؤالات و پایین پاسخنامه ام را تأیید می‌نمایم.

امضا:

مجموعه دروس تخصصی (فلوتاسیون - کانه‌آرایی پیشرفته - هیدرومتالورژی):

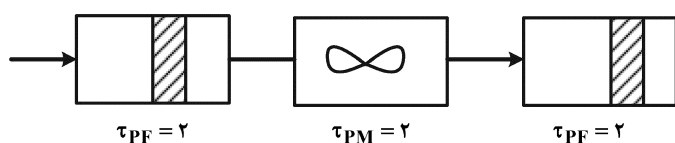
- ۱- در فرایند فلوتاسیون، برای مسیله‌ها کدام عبارت نادرست است؟
- (۱) کلکتورهایی مانند تیول‌ها با زنجیره  $(C_p - C_e)$  تشکیل مسیل می‌دهند.
  - (۲) در اثر پدیده هم‌جذبی زنجیره‌های هیدروکربنی بلند کلکتورها تشکیل می‌شود.
  - (۳) افزایش غلظت کلکتور از غلظت بحرانی مسیله‌ها (CMC) تأثیر منفی در فرایند فلوتاسیون دارد.
  - (۴) با افزودن مولکول‌های خنثی مانند الکل‌های با زنجیره‌های طولانی می‌توان CMC را کاهش داد.
- ۲- در نمودار زیر عرض از مبدأ نشان‌دهنده کدام پدیده در فلوتاسیون کانی‌های سولفیدی است و دلیل اصلی این پدیده کدام است؟



- (۱) سریع بودن عملیات کف‌گیری - بالا بودن عیار خوراک
  - (۲) فلوتاسیون بدون کلکتور - تشکیل هیدروکسیدهای فلزی
  - (۳) فلوتاسیون بدون کلکتور - تشکیل گوگرد عنصری در سطح
  - (۴) وجود یون‌های فعال‌کننده یا بازدارنده در پالپ - طبیعت سطح کانی
- ۳- نقطه بار صفر (ZPC) کانی هماتیت در  $pH = 6.5$  قرار دارد. فلوتاسیون این کانی در شرایط اسیدی با کدام کلکتور امکان‌پذیر است؟

- (۱) پتاسیم آمیل گزینات (آنیونیک)
- (۲) سدیم دودسیل سولفات (آنیونیک)
- (۳) اسیداولثیک (آنیونیک)
- (۴) دی‌تیوفسفات (آنیونیک)

- ۴- رابطه تابع توزیع زمان ماند برای سیستم شکل زیر کدام است؟



- (۱)  $\frac{1}{4} \left[ \exp\left(\frac{-(t-4)}{4}\right) \right]$
- (۲)  $\frac{1}{2} \left[ \exp\left(\frac{-(t-4)}{2}\right) \right]$
- (۳)  $\frac{1}{2} \left[ \exp\left(\frac{-(t-2)}{2}\right) \right]$
- (۴)  $\frac{1}{4} \left[ \exp\left(\frac{-(t-2)}{4}\right) \right]$

- ۵- به استثنای کدام مورد، همگی در خصوص فلوتاسیون کانی‌ها درست است؟  
 (۱) بازداشت‌کننده‌های ارگانیکی به سه گروه عمده اترهای پلی‌گلیکول، پلی‌ساکاریدها و پلی‌فنول‌ها تقسیم می‌شوند.  
 (۲) کبراکوئیک پلی‌فنول بوده و در بازداشت کلسیت در فلوتاسیون با اسیدهای چرب استفاده می‌شود.  
 (۳) سولفات روی و سولفیت سدیم جهت بازداشت سولفیدهای روی و آهن قابل استفاده نیست.  
 (۴) یون دی‌کرومات از بازداشت‌کننده‌های غیرارگانیکی گالن است.
- ۶- مقدار جامد خوراک و ته‌ریز هیدروسیکلون به ترتیب ۴۰ و ۳۴ تن بر ساعت است. اگر مقدار بازیابی تصحیح‌شده هیدروسیکلون ۷۰ درصد باشد، چه تن بر ساعت از مواد به صورت غیرانتخابی از ته‌ریز خارج می‌شوند؟

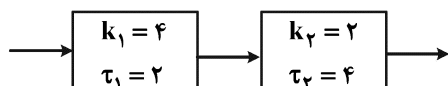
(۱) ۵

(۲) ۱۰

(۳) ۲۰

(۴) ۲۵

- ۷- الگوی تولید ذرات زیر ۷۵ میکرون در یک آسیای گلوله‌ای از دو ظرف کاملاً مخلوط سری مطابق شکل زیر پیروی می‌کند. بازیابی تولید زیر ۷۵ میکرون در این آسیا چند درصد است؟



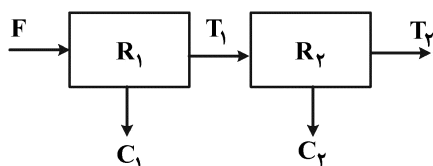
(۱) ۷۶/۴

(۲) ۸۴/۶

(۳) ۸۹/۵

(۴) ۹۸/۸

- ۸- فرایند فلوتاسیونی مشابه مدار زیر است. اگر ثابت سینتیک فلوتاسیون این عملیات معادل  $0.2$  بر دقیقه و زمان متوسط توقف (مانند) ۳ دقیقه باشد (برای هر دو سلول)، میزان بازیابی کل چند درصد است؟ ( $e^{-0.6} = 0.5488$ )



(۱) ۶۵/۱

(۲) ۶۹/۹

(۳) ۷۵/۳

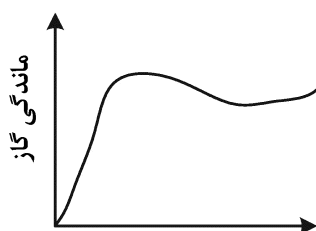
(۴) ۸۰/۴

- ۹- کدام مورد در خصوص نقطه ایزوالکتریک درست است؟  
 (۱) نقطه ایزوالکتریک همان پتانسیل الکتروسینتیکی است.  
 (۲) در یک pH مشخص، بار سطحی ذرات به صفر می‌رسد که به آن نقطه ایزوالکتریک می‌گویند.  
 (۳) در صورت عدم جذب سطحی ویژه، از نقطه بار صفر و نقطه ایزوالکتریک می‌توان به‌جای هم استفاده کرد.  
 (۴) در صورت جذب ویژه کاتیون‌ها، نقطه ایزوالکتریک به سمت مقادیر اسیدی و در صورت جذب ویژه آنیون‌ها، به سمت مقادیر قلیایی جابه‌جا می‌شود.

- ۱۰- کلکتور مورد استفاده برای شناورسازی فلورین از یک نمونه خاک که حاوی ۵۰ درصد فلورین، ۱۰ درصد گانگ‌کربناته و حدود ۳۸ درصد گانگ‌سیلیکاته و ۲ درصد گالن است، جزو کدام گروه از کلکتورهای زیر می‌تواند باشد؟

(۱) دودسیل آمین (۲) دی‌تیو فسفات (۳) اتیل گزنتات (۴) اسید اولئیک

- ۱۱- شکل زیر رفتار تقریبی کدام پارامتر را در فلوتاسیون ستونی با ماندگی گاز (محور عمودی) نشان می‌دهد؟



(۱) نرخ بایاس

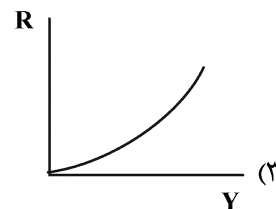
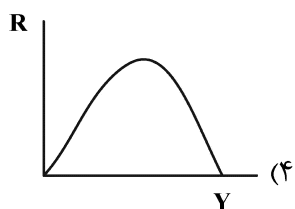
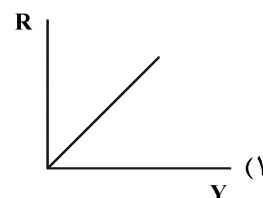
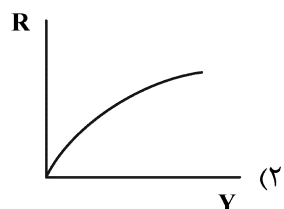
(۲) ارتفاع کف

(۳) غلظت کف‌ساز

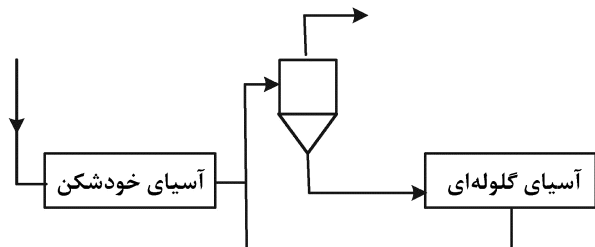
(۴) سرعت ظاهری گاز

- ۱۲- حضور نمک‌های سرب مثل نیترات و استات سرب، فلوتاسیون کدام کانی سولفیدی را شدیداً بهبود می‌بخشد؟  
 (۱) استینیت (۲) کالکوپیریت (۳) گالن (۴) مولیبدنیت
- ۱۳- در صورت استفاده از مقدار مشخص و مرسوم سیانید سدیم کدام یک از کانی‌های زیر بازداشت نمی‌شوند؟ (کلکتور مورد استفاده گزنتات است).  
 (۱) گالن - مولیبدنیت (۲) کالکوپیریت - مولیبدنیت  
 (۳) پیریت - گالن (۴) کالکوپیریت - پیریت
- ۱۴- با کاهش پتانسیل پالپ و احیایی کردن محیط پالپ فلوتاسیون، از میان کانی‌های سولفیدی پیریت، کالکوپیریت، بورنیت و مولیبدنیت کدام یک زودتر بازداشت می‌شود؟  
 (۱) بورنیت (۲) کالکوپیریت (۳) پیریت (۴) مولیبدنیت
- ۱۵- دلیل استفاده از کلکتور دی‌تیوفسفات به جای گزنتات در شناورسازی کانی سولفیدی با ارزشی که همراه مقادیر زیاد کانی پیریت است، کدام است؟  
 (۱) کاهش شناورسازی پیریت، به دلیل اینکه دی‌تیوفسفات در مقایسه با گزنتات، راحت‌تر به دیمر خود یعنی دی‌تیوفسفانوژن اکسید می‌شود.  
 (۲) کاهش شناورسازی پیریت، به دلیل اینکه دی‌تیوفسفات در مقایسه با گزنتات، سخت‌تر به دیمر خود یعنی دی‌تیوفسفانوژن اکسید می‌شود.  
 (۳) افزایش شناورسازی پیریت، به دلیل اینکه دی‌تیوفسفات در مقایسه با گزنتات، سخت‌تر به دیمر خود یعنی دی‌تیوفسفانوژن اکسید می‌شود.  
 (۴) افزایش شناورسازی پیریت، به دلیل اینکه دی‌تیوفسفات در مقایسه با گزنتات، راحت‌تر به دیمر خود یعنی دی‌تیوفسفانوژن اکسید می‌شود.
- ۱۶- در یک هیدروسیکلون درصد جامد خوراک و ته‌ریز به ترتیب ۵۰ و ۷۵ درصد است. اگر دبی خوراک ۴۰۰ تن بر ساعت و بازیابی هیدروسیکلون ۷۵ درصد باشد، درصد جامد جرمی سرریز کدام است؟  
 (۱) ۱۵  
 (۲) ۲۵  
 (۳) ۳۵  
 (۴) ۴۵
- ۱۷- در یک سلول فلوتاسیون، الگوی جریان معادل در ظرف کاملاً مخلوط سری با زمان ماند یکسان یک دقیقه است. اگر ثابت نرخ فلوتاسیون یک بر دقیقه و ظرفیت حمل حباب‌ها ۰/۶ کیلوگرم بر دقیقه باشد، با فرض مقدار کانی با ارزش قابل شناور یک کیلوگرم در شروع عملیات، بازیابی چند درصد است؟  
 (۱) ۴۶  
 (۲) ۵۶  
 (۳) ۶۰  
 (۴) ۷۵
- ۱۸- در اثر افزایش ده درصدی دانسیته سنگ در بخشی از یک معدن، اندازه ذرات بعد از انفجار ده درصد بزرگتر شده است، حداقل نمونه لازم برای تعیین دانه‌بندی چند درصد تغییر می‌کند؟  
 (۱) ۱۰  
 (۲) ۲۱  
 (۳) ۳۴  
 (۴) ۴۶

- ۱۹- کدام مورد در تعیین عمق تیکنر تأثیر بیشتری دارد؟  
 (۱) سرعت ته‌نشینی ذرات (۲) درصد جامد ورودی (۳) غلظت فلوکولانت (۴) اندازه ذرات
- ۲۰- دیمانسیون ثابت نمونه‌برداری در سیستم SI کدام است؟  
 (۱) M  
 (۲) L  
 (۳)  $ML^{-3}$   
 (۴) ثابت نمونه‌برداری بدون بُعد است.
- ۲۱- در یک سیستم فرآوری، بازیابی از رابطه  $R = f^2 + 2c - t$  تبعیت می‌کند. اگر واریانس خوراک، کنسانتره و باطله برابر با ۰/۱ باشند و مقدار متوسط عیار خوراک، کنسانتره و باطله به ترتیب ۱، ۱۰ و ۰/۱ باشند، واریانس بازیابی کدام است؟  
 (۱) ۰/۱۱  
 (۲) ۰/۲۰۹  
 (۳) ۰/۴۰۸  
 (۴) ۰/۹
- ۲۲- در صورتی که شیب بخش میانی نمودار عیار - بازیابی افزایش داشته باشد، چه راهکاری برای کنترل آن پیشنهاد می‌شود؟  
 (۱) افزایش درجه آزادی از طریق خردایش مجدد  
 (۲) نرمه‌گیری با کمک هیدروسیکلون  
 (۳) افزودن مقداری کلکتور و کفساز  
 (۴) افزودن مقداری بازداشت‌کننده
- ۲۳- کدام منحنی عدم جدایش در نمودار بازیابی - بازیابی وزنی را نشان می‌دهد؟

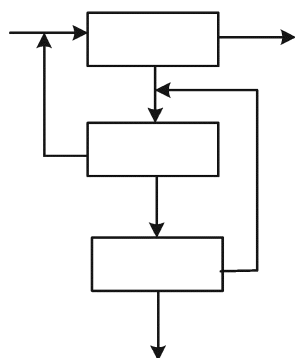


- ۲۴- بررسی‌ها بر مدار خردایش زیر نشان داد که عیار فلز در خروجی آسیای گلوله‌ای، ورودی سیکلون و خروجی آسیای خودشکن به ترتیب برابر ۵، ۴ و ۲ درصد است، همچنین میزان دبی جامد ورودی به آسیای گلوله‌ای برابر ۲۰۰ تن بر ساعت و دانسیته مواد برابر ۲/۸ تن بر مترمکعب است. اگر درصد جامد سرریز سیکلون برابر ۳۵ باشد. میزان آبی که نیاز است به مدار اضافه شود، چند مترمکعب بر ساعت است؟



- (۱) ۱۹۸/۹  
 (۲) ۱۸۵/۷  
 (۳) ۶۶/۳  
 (۴) ۵۵۷/۱

۲۵- اگر فلوشیت بخش جداسازی یک کارخانه فرآوری به روش فلو تاسیون به صورت زیر باشد. حداقل تعداد



جریان‌هایی که باید نمونه برداری شوند تا موازنه جرم امکان پذیر باشد، کدام است؟

(۱) ۵

(۲) ۶

(۳) ۷

(۴) ۸

۲۶- اگر درصد جامد پالپ در هیدروسیکلون افزایش پیدا کند و سرزیر در ارتفاعی پایین تر از محل ورود پالپ تخلیه شود، کدام حالت رخ می‌دهد؟

(۱) ته‌ریز غلیظ‌شده و میزان ذرات درشت‌تر در ته‌ریز بیشتر است.

(۲) ذرات درشت به سرریز منتقل شده و سبب می‌شود تا سیکلون مشابه سیفون عمل کند.

(۳) تخلیه ته‌ریز هیدروسیکلون به صورت چتری توخالی با زاویه ۲۰ تا ۳۰ درجه انجام می‌شود.

(۴) ذرات ریزتر به ته‌ریز منتقل شده و در واقع مشابه تخلیه ته‌ریز سیکلون به صورت چتری با زاویه بیش از ۳۰ درجه است.

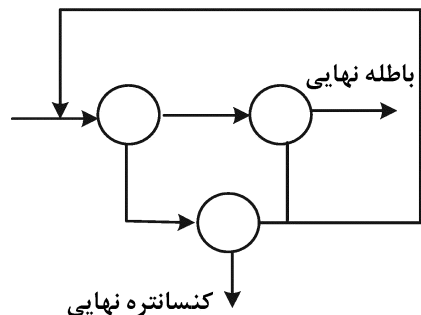
۲۷- در یک مدار جداسازی مغناطیس شدت پایین اگر بازبایی هر یک از مراحل رافر، اسکونجر و کلینر برابر با  $R$  باشد، بازبایی کلی مدار کدام است؟

(۱)  $R^2$

(۲)  $R(1-R)$

(۳)  $\frac{R^2}{(1-R)^2 - R}$

(۴)  $\frac{R^2}{1 - 2R + 2R^2}$



۲۸- در یک مدار فلو تاسیون کانی سولفیدی که مس و طلا به کنسانتره انتقال می‌یابند. عیار مس در کنسانتره، خوراک و باطله به ترتیب ۲/۲۵، ۱، ۰/۲ درصد است. اگر عیار طلا در خوراک و کنسانتره به ترتیب ۱ و ۲۰ گرم بر تن باشد، بازبایی طلا چند درصد است؟

(۲) ۵۰

(۱) ۶۴

(۴) ۳۲

(۳) ۴۸

۲۹- در تعیین اندازه و تعداد هیدروسیکلون مورد نیاز برای کاربری مشخص، کدام پارامترها دارای اهمیت بیشتری هستند؟

(۱) دبی حجمی خوراک و ته‌ریز

(۲) حد جدایش و دبی حجمی بار اولیه

(۳) اندازه دهانه ورودی و ته‌ریز

(۴) اندازه دیافراگم و ته‌ریز

۳۰- در صورتی که نوسانات درصد جامد حجمی در یک مدار شامل آسیای گلوله‌ای و هیدروسیکلون زیاد باشد، برای تعیین حد جدایش اصلاح شده کدام رابطه پیشنهاد می‌شود؟

(۱) مولار

(۲) ریتینگر

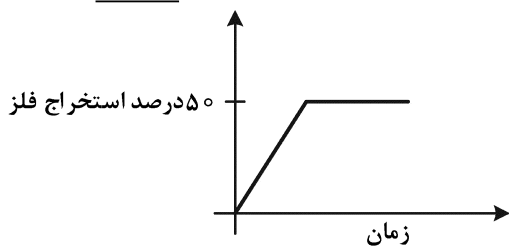
(۳) پلیت

(۴) روزین راملر

۳۱- در خصوص فرایند الکتروبیولچینگ کانی اسفالریت و کالکوپیریت کدام عبارت درست است؟

- (۱) در شرایط احیایی انتخابی تر بوده و شرایط رشد باکتری‌های اکسیدکننده آهن فراهم است.
- (۲) در شرایط اکسیدی انتخابی تر بوده و شرایط رشد باکتری‌های اکسیدکننده آهن فراهم است.
- (۳) در شرایط احیایی انتخابی تر بوده و شرایط رشد باکتری‌های اکسیدکننده آهن فراهم نیست.
- (۴) در شرایط اکسیدی انتخابی تر بوده و شرایط رشد باکتری‌های اکسیدکننده آهن فراهم نیست.

۳۲- مطابق شکل در انحلال کانی‌های سولفیدی چه عواملی باعث کاهش سینتیک انحلال فلز نسبت به زمان نمی‌شود؟



- (۱) رسوب فلز در شرایط احیایی
- (۲) تشکیل لایه‌های گوگردی و یا جاروسیت
- (۳) ایجاد ترکیبات (کانی‌های) کم فلز به‌عنوان واسطه
- (۴) نامناسب بودن شرایط انحلال از قبیل دانه‌بندی و غلظت حلال

۳۳- جهت جدایش و ترسیب یون‌های  $Zn^{+2}$  و  $Ni^{+2}$  از محلول، از چه فلزاتی می‌توان استفاده کرد؟

- (۱) Al و Cu
- (۲) Li و Al
- (۳) Li و Fe
- (۴) Fe و Cu

۳۴- اگر نمونه کانسنگ طلا در فرایند سیانوراسیون مقاوم باشد و ذرات طلا در کانی‌های سولفیدی درگیر باشند، چه

روش‌هایی به‌عنوان روش‌های مناسب می‌تواند قبل از فرایند سیانوراسیون اعمال شود؟

- (۱) تشویه و اکسیداسیون تحت فشار
- (۲) خردایش بسیار زیاد و بیواکسیداسیون
- (۳) بیواکسیداسیون و تشویه
- (۴) همه موارد

۳۵- اگر فرایند انحلال یک کانی با مکانیزم نفوذ کنترل شود در مورد مقدار انرژی فعال‌سازی چه می‌توان گفت و رابطه

آن با دما و همزنی چگونه است؟

- (۱) پایین - مستقل - وابسته
- (۲) پایین - وابسته - مستقل
- (۳) بالا - مستقل - وابسته
- (۴) بالا - وابسته - مستقل

۳۶- در یک فرایند سیانوراسیون، برای ۴۰۰ گرم نمونه یک کانسنگ طلا، مقدار طلای محلول در سیانور ۱/۲ میلی‌گرم

است. اگر نمونه اولیه حاوی ۴/۲ ppm طلا باشد، چند ppm طلا در جامد باقی می‌ماند؟

- (۱) ۰/۸
- (۲) ۱
- (۳) ۱/۲
- (۴) ۱/۴

۳۷- در فرایند بیولچینگ انحلال کانی‌های سولفیدی پیریت و اسفالریت، به ترتیب از کدام مسیر تبعیت می‌کنند؟

- (۱) هر دو کانی از مسیر تیوسولفات
- (۲) هر دو کانی از مسیر پلی‌سولفید
- (۳) تیوسولفات و پلی‌سولفید
- (۴) پلی‌سولفید و تیوسولفات

۳۸- فرایند هیدرومتالورژی کدام ترکیب زیر شامل مرحله seeding است؟

- (۱) کرومیت
- (۲) ولفرامیت
- (۳) بوکسیت
- (۴) مونازیت

۳۹- شرایط مناسب تشکیل جاروسیت کدام است؟

(۱)  $\frac{Fe^{+2}}{Fe^{+3}}$  بالا، pH کمتر از ۲، عدم حضور کاتیون‌های یک ظرفیتی

(۲)  $\frac{Fe^{+3}}{Fe^{+2}}$  بالا، pH بیشتر از ۲، حضور کاتیون‌های یک ظرفیتی

(۳) ORP بالا، pH کمتر از ۲، عدم حضور کاتیون‌های یک ظرفیتی

(۴) ORP پایین، pH بیشتر از ۲، حضور کاتیون‌های یک ظرفیتی

۴۰- کدام یک از گروه‌های زیر بر روی پتانسیل اکسیداسیون - احیاء محلول تأثیر شدیدی دارند؟

(۱) سولفات فرو - سیانید سدیم - سولفید هیدروژن (۲) سولفید سدیم - پراکسید هیدروژن - سیانید سدیم

(۳) پراکسید هیدروژن - سولفات فریک - اسید سولفوریک (۴) سولفات فریک - پراکسید هیدروژن - سولفید سدیم

۴۱- طبق شکل زیر اگر کانی سولفیدی A دارای پتانسیل ایستای بیشتری نسبت به کانی سولفیدی B باشد، کدام عبارت در فرایندهای هیدرومتالورژی درست است؟



(۱) کانی A سریع‌تر الکترون از دست داده و راحت‌تر اکسید می‌شود.

(۲) کانی B سریع‌تر الکترون گرفته و راحت‌تر اکسید می‌شود.

(۳) کانی A سریع‌تر الکترون گرفته و راحت‌تر اکسید می‌شود.

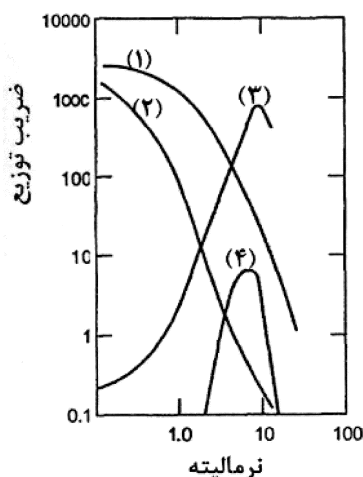
(۴) کانی B سریع‌تر الکترون از دست داده و راحت‌تر اکسید می‌شود.

۴۲- اگر غلظت اولیه مس در محلول لیچ برابر ۱ گرم بر لیتر و حجم فاز آبی برابر ۱۰۰ میلی‌لیتر و ضریب توزیع برابر ۱۰ باشد و در صورتی که بدانیم غلظت یون مس باقیمانده در فاز آبی بعد از ۴ مرحله استخراج ۰/۰۰۱۶ گرم بر لیتر است، حجم فاز آلی (بر حسب میلی‌لیتر) کدام است؟

(۱) ۲۵ (۲) ۳۰

(۳) ۴۰ (۴) ۵۰

۴۳- شکل زیر جذب اورانیوم از اسیدهای مختلف را روی یک رزین تبادل آنیونی نشان می‌دهد. کدام نمودار نمایش‌دهنده جذب اورانیوم از محلول  $H_2SO_4$  است؟



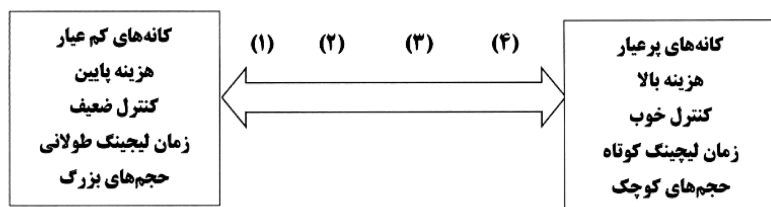
(۱) ۱

(۲) ۲

(۳) ۳

(۴) ۴

۴۴- با توجه به شکل زیر و مشخصات کلی بیان شده درباره استفاده از روش‌های مختلف لیچینگ، به‌طور کلی شماره‌های ۱ تا ۴ ترتیب استفاده از کدام روش‌های لیچینگ می‌تواند باشد؟



(۱) دامپ، هیپ، حوضچه‌ای، تانک

(۲) درجا، دامپ، تانک، حوضچه‌ای

(۳) حوضچه‌ای، هیپ، دامپ، تانک

(۴) درجا، حوضچه‌ای، هیپ، تانک

۴۵- در لیچینگ سولفیدها در عدم حضور عامل اکسیدکننده، امکان تشکیل کدام ترکیب در محیط قلیایی وجود دارد؟

(۱)  $S^{-2}$  (۲)  $H_2S$

(۳)  $SO_4^{-2}$  (۴)  $S^0$