



314F

314

F

نام:

نام خانوادگی:

محل امضا:

صبح جمعه

۱۳۹۵/۱۲/۶

دفترچه شماره (۱)



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

«اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می‌شود.»

امام خمینی (ره)

آزمون ورودی

دوره دکتری (نیمه‌متمرکز) داخل - سال ۱۳۹۶

رشته امتحانی مهندسی معدن - فراوری مواد معدنی (کد ۲۳۳۷)

مدت پاسخگویی: ۱۵۰ دقیقه

تعداد سؤال: ۴۵

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤالات

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

این آزمون نمره منفی دارد.

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

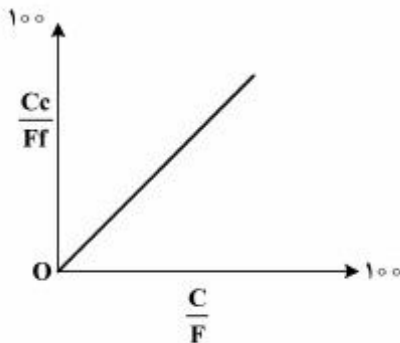
اسفندماه - سال ۱۳۹۵

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 یا متخلین برابر مقررات رفتار می‌شود.

فلوتاسیون:

- ۱- نوع کلکتور و مکانیزم شناورسازی کانی‌های آب‌گریز طبیعی چیست و چگونه صورت می‌گیرد؟
 (۱) آفوتری - الکتروشیمیایی
 (۲) آنیونی - جذب شیمیایی
 (۳) کاتیونی - جذب فیزیکی
 (۴) غیریونی - جذب امولسیون
- ۲- هالیت و سیلویت، به ترتیب با کدام کلکتورها شناور می‌شوند؟
 (۱) آمین‌ها و کربوکسیلات‌ها
 (۲) کربوکسیلات‌ها و آمین‌ها
 (۳) هردو با آمین
 (۴) هردو با کربوکسیلات
- ۳- برای جلوگیری از فعال‌سازی اسفالریت با یون‌های مس، استفاده از کدام یک مناسب‌تر است؟
 (۱) سیانید
 (۲) سولفات روی
 (۳) سولفید سدیم
 (۴) سولفید سدیم
- ۴- پیریت در چه pH ای از کالکوپیریت و گالن در سیستم دی‌اتیل دی‌تیوفسفات به‌طور مؤثر بازداشت می‌شود؟
 (۱) $7.5 < \text{pH} < 10$
 (۲) $\text{pH} < 5$
 (۳) $5 < \text{pH} < 7.5$
 (۴) $\text{pH} > 10$
- ۵- سولفید سدیم، کدام یک از کانی‌های زیر را بهتر بازداشت می‌کند؟
 (۱) پیریت
 (۲) کالکوسیت
 (۳) کوولیت
 (۴) گالن
- ۶- در فرایند آنروفلوتاسیون، حباب‌های هوا چگونه ایجاد می‌شود؟
 (۱) در اثر کاهش فشار آب اشباع از گاز
 (۲) در اثر الکترولیز آب
 (۳) حباب‌های هوا به‌وسیله یک یا تعدادی ژنراتور
 (۴) این ماشین‌ها خودهواده کار می‌کنند
- ۷- در یک عملیات فلوتاسیون، کنسانتره سرب با عیار ۳۰ درصد و باطله با عیار ۱ درصد به‌دست آمده است. اگر عیار گانگ در کنسانتره و باطله به ترتیب ۱۵ و ۷۰ درصد باشد، اندیس انتخابی این فرایند کدام است؟
 (۱) ۱۵/۹
 (۲) ۲۵/۳
 (۳) ۳۷/۴
 (۴) ۴۶/۵
- ۸- اگر شیب قسمت میانی منحنی عیار - بازیابی زیاد باشد، نقص عملکرد، مربوط به کدام بخش از مواد است؟
 (۱) پدیده میسلیزاسیون
 (۲) پدیده دنباله‌روی
 (۳) ذرات نرمه
 (۴) ذرات قفل شده
- ۹- در فلوتاسیون، در صورتی که پتانسیل برگشت‌پذیری اکسیداسیون گزانتات کمتر از پتانسیل آزاد کانی سولفیدی باشد، مکانیزم آبرانی، کدام است؟
 (۱) الکتروشیمیایی - گزانتات فلزی
 (۲) الکتروشیمیایی - دی‌گزانتوزن
 (۳) شیمیایی - دی‌گزانتوزن
 (۴) شیمیایی - گزانتات فلزی

۱۰- اگر در محور قائم بازیابی $(\frac{Cc}{Ff})$ و در محور افقی بازیابی وزنی $(\frac{C}{F})$ رسم شود و منحنی حاصل شده خط راستی



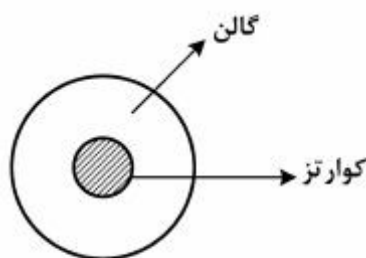
باشد که از نقطه صفر عبور کند، نشان‌دهنده کدام است؟

- (۱) جدایش کامل است.
- (۲) عدم جدایش است.
- (۳) جدایش صورت گرفته ولی ۵۰ درصد باطله نیز به کنسانتره راه یافته است.
- (۴) جدایش صورت گرفته ولی اکثر ذرات واسط نیز به کنسانتره راه یافته است.

۱۱- ثابت سینتیک مرتبه دوم، با کدام یک از موارد داده شده همخوانی دارد؟

- (۱) $^{-1}$ وزن \times $^{-1}$ زمان
- (۲) $^{\circ}$ وزن \times $^{-2}$ وزن
- (۳) 1 وزن \times $^{-3}$ زمان
- (۴) $^{+1}$ زمان \times $^{+1}$ وزن

۱۲- وضعیت قطعه داده شده در فلوتاسیون معکوس کوارتز و در حضور کلکتور کاتیونی آمین، چگونه است؟



- (۱) در محیط به صورت سوسپانسیون باقی می‌ماند (نه شناور و نه غیرشناور)
- (۲) بسته به طول زنجیر آمین به بخش شناور منتقل می‌شود.
- (۳) به بخش باطله منتقل می‌شود (بخش غیرشناور)
- (۴) به بخش شناور شده منتقل می‌شود.

۱۳- به دلیل وجود کدام نیروها، سطوح اکثر جامدات، تر می‌شود؟

- (۱) پراکندگی
- (۲) یونی و هیدروژنی
- (۳) یونی
- (۴) هیدروژنی

۱۴- در انحلال ترجیحی یون‌ها، علامت پتانسیل سطح کانی تابع کدام است؟

- (۱) انرژی هیدراسیون یون‌های تشکیل‌دهنده کانی‌ها
- (۲) یون با انرژی هیدراسیون مثبت‌تر
- (۳) یون با انرژی هیدراسیون منفی‌تر
- (۴) انرژی آزاد کانی

۱۵- با استفاده از معادله یانگ - دوپر، اگر کشش سطحی مایعی ۷۰ دین بر سانتی‌متر و زاویه تماس ۹۰ درجه باشد، نیروی اتصال بین کانی و حباب هوا ۷۰ دین بر سانتی‌متر است. وقتی نیروی اتصال بین کانی و حباب هوا به نصف مقدار یاد شده کاهش می‌یابد زاویه تماس:

- (۱) به $\frac{2}{3}$ کاهش می‌یابد.
- (۲) به ۳۵ درجه کاهش می‌یابد.
- (۳) به ۱۲۰ درجه افزایش می‌یابد.
- (۴) ۳ برابر می‌شود.

کانه آرائی پیشرفته:

۱۶- مساحت تیکنری که قرار است ۵۰ مترمکعب بر ساعت بار ورودی با درصد جامد ۲۰ درصد را به ۵۰ درصد در

محیط آبی افزایش دهد، کدام است؟ سرعت ته‌نشینی $\frac{100\text{cm}}{h}$ می‌باشد.

(۱) ۵ (۲) ۱۵

(۳) ۱/۵ (۴) ۱۵۰

۱۷- در تحلیل حساسیت بازیابی مدارهای فراوری با استفاده از مشتقات جزئی، عیار کدام یک تأثیر بیشتری دارد؟

(۱) باطله (۲) کنسانتره

(۳) ورودی (۴) باطله و کنسانتره

۱۸- تفاوت بین کووگولاسیون و فلوکولاسیون در کدام مورد است؟

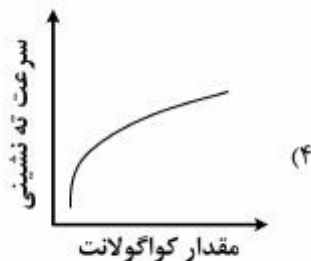
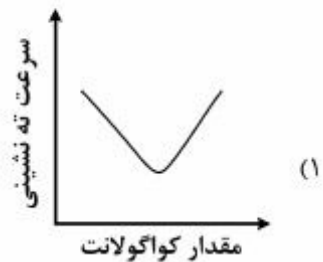
(۱) ابعاد توده تشکیل شده و نوع معرف شیمیایی است.

(۲) اولی برای مواد فلزی و دومی برای مواد غیر فلزی است.

(۳) اولی برای انتخابی و دومی برای تجمعی ذرات است.

(۴) اولی برای مواد غیر فلزی و دومی برای مواد فلزی است.

۱۹- کدام نمودار یک رابطه منطقی بین مقدار کوگولانت و سرعت ته‌نشینی در یک تبکتر را نشان می‌دهد؟



۲۰- بازدهی اقتصادی یک کارخانه فراوری، ۷۵ درصد و اطلاعات آن به شرح زیر است. به ازای یک تن خوراک، چند

کیلوگرم کنسانتره در این کارخانه تولید می‌شود؟

عیار خوراک: ۱ درصد ، عیار کنسانتره: ۲۸ درصد ، کانی با ارزش: کالکوپیریت

قیمت مس: ۲۲۰۰ دلار بر هر تن ، هزینه حمل: ۴۰ دلار بر هر تن کنسانتره خشک

هزینه ذوب: ۳۰۰ دلار بر هر تن کنسانتره ، ارزش‌گذاری: ۹۵ درصد ارزش فلز محتوی

(۱) ۲۹ (۲) ۳۰

(۳) ۳۴ (۴) ۴۵

۲۱- کنسانتره روی با حداکثر اندازه ۱۶۰ میکرون که دانه‌های با ارزش آن در ۵۰ میکرون آزاد می‌شوند و دارای دانه‌بندی وسیع می‌باشند، قرار است نمونه‌برداری شود. کانی تأمین‌کننده روی، اسفالریت (ZnS) با دانسیته ۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب و گانگ سیلیسی با دانسیته ۲٫۶ گرم بر سانتی‌متر مکعب است. در صورتی که ۵۰ درصد کنسانتره را کانی اسفالریت تشکیل داده باشد و حداکثر خطای پایه ۲/۰ درصد روی مدنظر باشد، حداقل مقدار نمونه چند گرم است؟ (جرم اتمی روی: ۳۰ و جرم اتمی گوگرد: ۱۶)

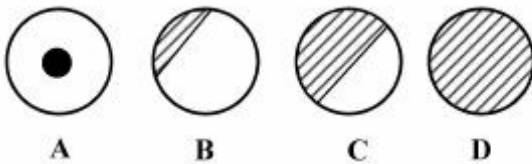
- (۱) ۰٫۸
- (۲) ۲٫۶
- (۳) ۳٫۳
- (۴) ۵٫۲۳

۲۲- مقدار خطای نمونه‌برداری با قطر ذرات چه رابطه‌ای دارد؟

- (۱) با توان سوم آن نسبت مستقیم دارد.
- (۲) با توان سوم آن نسبت معکوس دارد.
- (۳) با توان دوم آن نسبت معکوس دارد.
- (۴) با توان دوم آن نسبت مستقیم دارد.

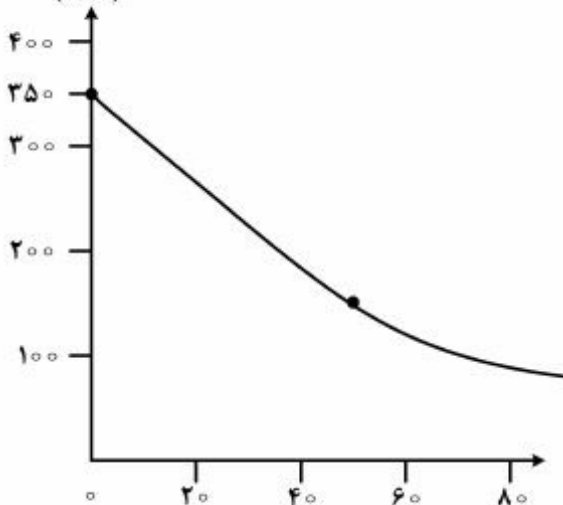
۲۳- درجه آزادی کدام یک از ذرات زیر در فرایند لیچینگ کامل محسوب می‌شود؟

- (۱) B , C , D
- (۲) D , C
- (۳) A
- (۴) D



۲۴- نتیجه آزمایش ته‌نشینی برای پالپ باطله‌ای با درصد جامد ۱۲ مطابق نمودار زیر است. چنانچه معادله خط مماس بر منحنی در نقطه عطف به صورت $y = -2t + 240$ باشد، برای دستیابی به ته ریز با درصد جامد ۴۵، سطح مورد نیاز

ارتفاع خط گل
(mm)

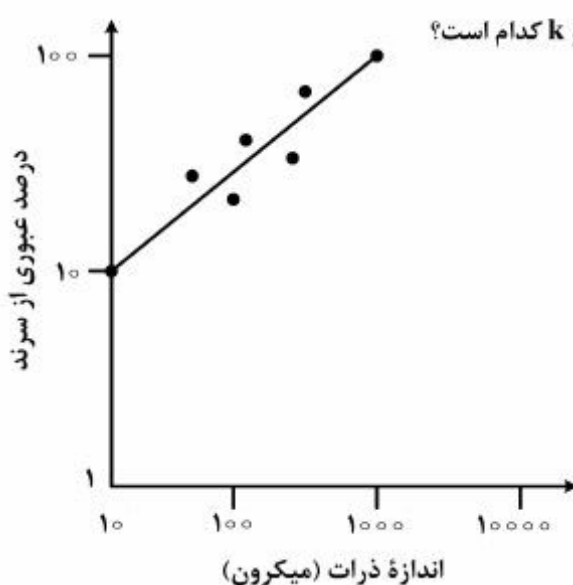


زمان (ثانیه)

تیکتر چند $\frac{m^2}{t.h}$ است؟

- (۱) ۰٫۲
- (۲) ۰٫۲۵
- (۳) ۰٫۳
- (۴) ۰٫۵

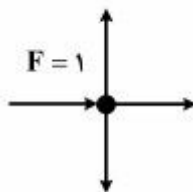
۲۵- نمودار توزیع دانه‌بندی نمونه‌ای براساس تابع گادین - شومن به صورت زیر است. چنانچه معادله توزیع ابعادی



به صورت $y = 100 \left(\frac{x}{k}\right)^a$ نمایش داده شود، مقادیر a و k کدام است؟

- (۱) $k = 800$ ، $a = 0.1$
 (۲) $k = 10000$ ، $a = 0.1$
 (۳) $k = 800$ ، $a = 0.5$
 (۴) $k = 10000$ ، $a = 0.5$

۲۶- حداقل جریان‌های مورد نیاز برای نمونه‌برداری به منظور محاسبه دبی جریان‌ها از مدار زیر چقدر است؟



- (۱) ۲
 (۲) ۳
 (۳) ۴
 (۴) ۵

۲۷- توان موتور یک آسیای نیمه خودشکن ۳۰۰۰۰ اسب بخار و توان مصرفی این آسیا به طور متوسط ۸۰ درصد حداکثر توان قابل دسترس است. با فرض تناژ ۴۸۵۰۰ تن در روز و کارایی موتور ۹۰ درصد، اندیس کار عملیاتی آسیا چند کیلووات ساعت بر تن است؟ ($1 \text{ hp} = 0.7457 \text{ kW}$)

- (۱) ۶.۵
 (۲) ۷.۱
 (۳) ۸
 (۴) ۱۰.۵

۲۸- اگر درصد جامد سرریز، ته‌ریز و خوراک یک هیدروسیکلون به ترتیب برابر با ۰.۲ ، ۰.۸ و ۰.۵ و ضریب تصحیح لاگرانژ ۰.۱ باشد، مقدار بازیابی وزنی سرریز چند درصد است؟ (واریانس‌ها یکسان فرض شوند.)

- (۱) ۴۸.۳
 (۲) ۵۲.۵
 (۳) ۵۸.۵
 (۴) ۶۳.۸

۲۹- بازیابی یک فرایند ثقلی برابر با 73 ± 2.5 درصد است. با تغییر دانه‌بندی خوراک، بازیابی به 74.5 ± 7.3 درصد می‌رسد. کدام فرایند عملکرد بهتری را نشان می‌دهد؟ ($Z = 2$)

- (۱) اولی به دلیل واریانس کمتر
 (۲) دومی به دلیل بازیابی بیشتر
 (۳) اولی به دلیل انحراف معیار نسبی کمتر
 (۴) دومی به دلیل واریانس کمتر

۳۰- گرادیان یک جداکننده مغناطیسی ۲۰ درصد کاهش پیدا کرده است. چه تغییری در شدت میدان ایجاد شود تا نیروی وارد بر ذره، بدون تغییر باقی بماند؟

- (۱) ۲۰ درصد افزایش
 (۲) ۲۰ درصد کاهش
 (۳) ۲۵ درصد کاهش
 (۴) ۲۵ درصد افزایش

هیدرومتالورژی:

- ۳۱- ظرفیت عملیاتی یک رزین تبادل یونی، با یک ضعیف آنیونیک (WBA)، حدود چند درصد ظرفیت کلی آن است؟
 (۱) ۱۰-۲۰ (۲) ۲۰-۳۰ (۳) ۳۰-۴۰ (۴) ۶۰-۷۰
- ۳۲- در روش تبادل یونی، قدرت انتخابی یون‌های قلیایی به ترتیب کدام است؟
 (۱) $K^+ < Rb^+ < Li^+ < Na^+ \leq Cs^+$ (۲) $K^+ > Rb^+ > Li^+ > Na^+ \geq Cs^+$
 (۳) $Li^+ < Na^+ < K^+ < Rb^+ \leq Cs^+$ (۴) $Li^+ > Na^+ > K^+ > Rb^+ \geq Cs^+$
- ۳۳- برای شستشوی اورانیوم از فاز آلی، کدام اسیدها مناسب است؟
 (۱) HNO_3 و HCl (۲) H_3PO_4 و H_2SO_4
 (۳) HNO_3 و H_2SO_4 (۴) H_3PO_4 و HCl
- ۳۴- در فرایند استخراج با حلال اترها، ملکول‌های خنثی را از محلول لیج، با کدام مکانیزم استخراج می‌کنند؟
 (۱) انتقال زوج یون (۲) تبادل آنیونی (۳) تبادل کاتیونی (۴) کی‌لیت شدن
- ۳۵- گزینه نادرست کدام است؟
 (۱) برای انحلال نمک‌های غیرمحلول می‌توان از رزین‌های تبادل یونی استفاده کرد.
 (۲) هر چه میزان قطبی بودن حلال بیشتر باشد، انحلال ضعیف‌تر است.
 (۳) تورم رزین‌ها، به حلالیت یون‌ها بستگی دارد.
 (۴) تورم، به ثابت دی‌الکتریک حلال بستگی دارد.
- ۳۶- شرایط بهینه جذب اورانیوم از محلول لیج شده روی رزین، کدام است؟
 (۱) $pH = 2$ تا 2.5 $[SO_4^{--}]/[U] > 2$ (۲) $pH < 1.5$ $[SO_4^{--}]/[U] < 2$
 (۳) $pH = 2$ تا 2.5 $[SO_4^{--}]/[U] < 2$ (۴) $pH < 1.5$ $[SO_4^{--}]/[U] > 2$
- ۳۷- مقدار گاز جذب شده بر روی سطح:
 (۱) در فشارهای بالا متناسب با فشار است.
 (۲) در فشارهای خیلی کم متناسب با فشار است.
 (۳) در فشارهای خیلی کم مقداری ثابت است.
 (۴) در هر شرایطی مستقل از فشار است.
- ۳۸- مکانیزم استخراج، در کدام فرایند، فیزیکی است؟
 (۱) استخراج با حلال آلی (۲) تبادل یونی
 (۳) ترسیب در سمانتاسیون (۴) جذب بر روی کربن فعال
- ۳۹- در مورد لیچینگ میکروبی با باکتری تیوباسیلوسها (فرواکسیدان)، گزینه صحیح کدام است؟
 (۱) مواد سولفیدی یا پیریت زیاد، دمای کمتر از $35^\circ C$ ، pH اسیدی و محیط بدون یون‌های Ag ، Hg و Mo باشد.
 (۲) ماده معدنی کم عیار و ترجیحاً از نوع سولفیدی نباشد و پیریت موجود در حداقل میزان ممکن باشد.
 (۳) میزان یون‌های Ag ، Hg و Mo موجود در محیط زیاد و نور خورشید شدید باشد.
 (۴) دمای عملیات بیش از $60^\circ C$ و pH محیط به شدت قلیایی باشد.
- ۴۰- معمول‌ترین حلال Re_2O_7 موجود در غبار دودکش‌ها، کدام است؟
 (۱) آب (۲) اسیدسولفوریک (۳) اسیدنیتریک (۴) سودسوزآور

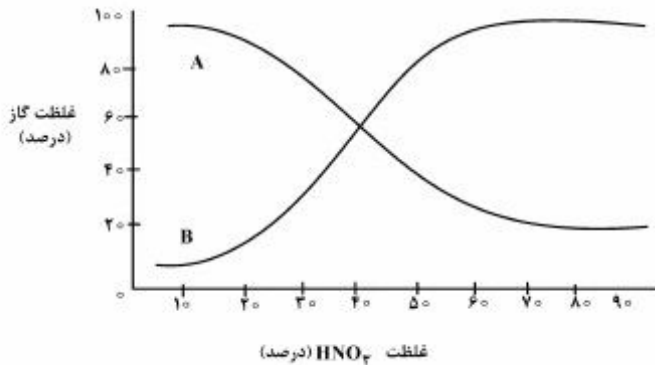
۴۱- کان‌سنگی از سیلیس و پیریت تشکیل شده است. پیریت حدود ۲۰ درصد ماده معدنی را تشکیل می‌دهد. نمونه حاوی δppm طلا است که عمدتاً در داخل پیریت متمرکز و درجه آزادی پیریت از کانی‌های باطله ۱۰۰ میکرون است. ذرات طلا، داخل پیریت ریزتر از ۴۰ میکرون می‌باشد. مدار پیشنهادی مناسب برای استحصال طلا کدام است؟

- (۱) خردایش - طبقه‌بندی، شناورسازی پیریت - خردایش مجدد - سیانوراسیون
- (۲) خردایش - طبقه‌بندی - جیگ - خردایش - شناورسازی ذرات طلا
- (۳) خردایش - شناورسازی سیلیس - سیانوراسیون باطله حاوی پیریت
- (۴) خردایش اولیه - لیچینگ توده‌ای

۴۲- مزیت انحلال قلیایی بوکسیت در فرایند بایر، کدام است؟

- (۱) ارزان‌تر بودن فرایند قلیایی نسبت به اسید
- (۲) انحلال در دما و فشار محیط
- (۳) عدم انحلال بوکسیت در اسیدها
- (۴) عدم انحلال سیلیکات‌های محلول

۴۳- نمودار زیر انحلال کالکوپیریت در HNO_3 در 95°C را نشان می‌دهد. A و B چه ترکیبی از گازهای NOx به وجود آمده در انحلال است.



- (۱) $B = \text{NO}_2$, $A = \text{N}_2\text{O}_5$
- (۲) $B = \text{NO}$, $A = \text{NO}_2$
- (۳) $B = \text{NO}_2$, $A = \text{NO}$
- (۴) $B = \text{NO}$, $A = \text{N}_2\text{O}_5$

۴۴- یکی از روش‌های حذف لایه مقاوم (Passive) تشکیل شده در انحلال اسیدی کالکوپیریت استفاده از یون‌های نقره است. مکانیزم حاکم برای حذف این لایه کدام است؟

- (۱) پدیده مکانو شیمیایی سولفید نقره و لایه مقاوم
- (۲) پدیده الکترواستاتیکی بین نقره و مس
- (۳) پدیده اندرکنش فیزیکی نقره و مس
- (۴) پدیده گالوانیکی سولفید نقره و لایه مقاوم

۴۵- در فرایند لیچینگ، مراحل زیر انجام می‌شود.

- (الف) تماس حلال با سطح کانی
- (ب) جذب انتخابی حلال در سطح کانی
- (ج) واکنش شیمیایی در سطح کانی
- (د) تشکیل محصول

(ه) ورود محصول (به صورت جامد، مایع و یا گاز) به درون محلول

در کدام یک از مراحل، سینتیک فرایند، تابعی از هم‌زدن پالپ و مستقل از دما است؟

- (۱) الف، ب، ج
- (۲) الف، د، ه
- (۳) الف، ب، ه
- (۴) الف، ه