



# آزمایشهای شیمی عمومی (۲)

(تئوری و عملی)

تألیف:

خورشید مهدی زاده

(عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودسر - املش)

انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان

۱۳۹۲

|                     |                                                                        |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------|
| سرشناسه             | مهدی زاده، خورشید                                                      |
| عنوان و نام پدیدآور | آزمایشهای شیمی عمومی (۲) تجزیه کیفی معدنی /<br>تألیف خورشید مهدی زاده، |
| مشخصات نشر          | تهران: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد لاهیجان، ۱۳۹۲.                        |
| مشخصات قاهره        | ن: ۱۳۷ ص: مسور، نمودار.                                                |
| شابک                | ۹۷۸-۹۶۴-۱۰-۲۱۶۹-۸                                                      |
| وضعیت فهرست نویسی   | فیپا                                                                   |
| یادداشت             | کتابنامه.                                                              |
| راهنمای اشت         | نمایه.                                                                 |
| موضوع               | شیمی — آزمایش‌ها — راهنمای آموزشی (مالی)                               |
| شناسه افزوده        | دانشگاه آزاد اسلامی، واحد لاهیجان                                      |
| رده بندی کنگره      | ۱۳۹۲/۴۸۵۳/QD۴۳                                                         |
| رده بندی دیویی      | ۵۳۰/۷۸                                                                 |
| شماره کتابشناسی ملی | ۳۱۳۳۳۹۲                                                                |

- نام کتاب: آزمایشهای شیمی عمومی (۲) تجزیه کیفی معدنی
- مولف: خورشید مهدی زاده
- ناشر: انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، واحد لاهیجان
- مرکز پخش: انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، واحد لاهیجان
- تلفن: ۰۲۱-۲۲۲۲۶۰۵۳-۲۲۳۳۹۰۵۳-۱۴۱
- «لاهیجان، انتهای کوی شقایق، مجتمع دانشگاه آزاد، ص. پ. ۱۶۱۶»
- نمایه ساز: زهره واحد
- حروفچینی، صفحه آرایی و طرح جلد: سید محمدزاد الماسی
- نوبت چاپ، تاریخ انتشار: چاپ اول، سال ۱۳۹۲
- شمارگان: ۲۰۰۰ جلد
- تعداد صفحات، قطع: ۱۸۶ صفحه، وزیری
- ناظر چاپ: کانون تبلیغاتی دهسرا [www.DEHSARA.com](http://www.DEHSARA.com)
- لیتوگرافی، چاپ و صحافی: انتشارات دهسرا
- شماره استاندارد بین المللی کتاب: ۹۷۸-۹۶۴-۱۰-۲۱۶۹-۸

کلیه حقوق قانونی و شرعی برای مؤلف و ناشر محفوظ می باشد و هیچ شخص حقیقی یا حقوقی، حق تکثیر تمام یا قسمتی از این اثر را نداشته و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار خواهند گرفت.

## فصل اول

|    |                                                             |
|----|-------------------------------------------------------------|
| ۱  | ۱-۱- اعداد اکسایش                                           |
| ۱  | ۲-۱- موازنه معادلات شیمیایی                                 |
| ۲  | ۱-۲- موازنه به روش آزمون و خطا                              |
| ۲  | ۲-۲- موازنه به روش یون-الکترون یا روش نیمه سلولی (نیمه پیل) |
| ۵  | ۳-۲- موازنه معادلات شیمیایی به روش عدد اکسایش               |
| ۶  | ۳-۱- انحلال پذیری و حاصل ضرب انحلالی                        |
| ۸  | ۱-۳- عوامل موثر بر انحلال پذیری مولی رسوبها                 |
| ۸  | ۱-۳-۱- اثر حلال آلی                                         |
| ۹  | ۲-۳-۱- اثر pH محیط                                          |
| ۹  | ۳-۳-۱- اثر یون مشترک                                        |
| ۹  | ۴-۳-۱- اثر الکترولیت                                        |
| ۹  | ۵-۳-۱- افزایش آب                                            |
| ۹  | ۶-۳-۱- افزایش دما                                           |
| ۱۰ | ۷-۳-۱- ترکیبات کمپلکس                                       |
| ۱۱ | پرسش‌های فصل اول                                            |

## فصل دوم

|    |                                                             |
|----|-------------------------------------------------------------|
| ۱۳ | ۱-۲- اصول تئوری و عملی تجزیه کیفی، انواع روش‌های تجزیه کیفی |
| ۱۳ | ۲-۲- انواع روش‌های تجزیه کیفی                               |
| ۱۳ | ۱-۲-۲- روش تجزیه کیفی خشک                                   |
| ۱۳ | ۲-۲-۲- روش تجزیه کیفی مرطوب (تر)                            |
| ۱۴ | ۱-۲-۲-۲- روش لکه‌گذاری                                      |
| ۱۵ | ۲-۲-۲-۲- روش قطره‌ای                                        |
| ۱۵ | ۳-۲-۲- روش انحصاری                                          |
| ۱۵ | ۴-۲-۲- روش سیستماتیک                                        |
| ۱۶ | ۳-۲- شناسایی کاتیون‌ها                                      |

|    |                                                          |
|----|----------------------------------------------------------|
| ۱۷ | ۴-۲- شناسایی آنیون‌ها                                    |
| ۱۷ | ۵-۲- شناسایی مخلوط کاتیون‌ها و آنیون‌ها با فرایند انحلال |
| ۱۹ | ۶-۲- روش جداسازی گونه‌ها در مجهول                        |
| ۲۰ | پرسش‌های فصل دوم                                         |

## فصل سوم

### آزمایش شماره اول

|    |                                                                       |
|----|-----------------------------------------------------------------------|
| ۲۱ | ۱-۳- خواص کاتیون‌های گروه اول و نحوه شناسایی آن‌ها                    |
| ۲۲ | ۱-۳-۱- واکنش‌های مربوط به کاتیون $Ag^+$                               |
| ۲۲ | ۱-۳-۱-۱- اثر محلول $HCl$ بر کاتیون $Ag^+$                             |
| ۲۲ | ۱-۳-۱-۱-۱- روش عملی اثر محلول $HCl$ بر کاتیون $Ag^+$                  |
| ۲۳ | ۱-۳-۲- اثر محلول یدیدپتاسیم بر کاتیون $Ag^+$                          |
| ۲۳ | ۱-۳-۲-۱- روش عملی اثر محلول یدیدپتاسیم بر کاتیون $Ag^+$               |
| ۲۳ | ۱-۳-۳- اثر محلول کرومات پتاسیم ( $K_2CrO_4$ ) بر کاتیون $Ag^+$        |
| ۲۴ | ۱-۳-۳-۱- روش عملی اثر محلول کرومات پتاسیم بر کاتیون $Ag^+$            |
| ۲۴ | ۱-۳-۴- اثر محلول سود بر کاتیون $Ag^+$                                 |
| ۲۵ | ۱-۳-۴-۱- روش عملی اثر محلول سود بر کاتیون $Ag^+$                      |
| ۲۵ | ۱-۳-۵- اثر محلول آمونیاک بر کاتیون $Ag^+$                             |
| ۲۵ | ۱-۳-۵-۱- روش عملی اثر کاتیون $Ag^+$ بر محلول آمونیاک                  |
| ۲۶ | ۲-۱-۳- واکنش‌های مربوط به کاتیون $Hg^{2+}$ (مرکورو): $Hg^{2+} - Hg^+$ |
| ۲۶ | ۲-۱-۳-۱- اثر محلول $HCl$ رقیق بر $Hg^{2+}$                            |
| ۲۷ | ۲-۱-۳-۱-۱- روش عملی اثر محلول $HCl$ رقیق بر $Hg^{2+}$                 |
| ۲۷ | ۲-۱-۳-۲- اثر محلول کرومات پتاسیم بر $Hg^{2+}$                         |
| ۲۷ | ۲-۱-۳-۲-۱- روش عملی اثر محلول کرومات پتاسیم بر $Hg^{2+}$              |
| ۲۸ | ۲-۱-۳-۳- اثر محلول یدید پتاسیم بر $Hg^{2+}$                           |
| ۲۸ | ۲-۱-۳-۳-۱- روش عملی اثر محلول یدیدپتاسیم بر $Hg^{2+}$                 |
| ۲۹ | ۲-۱-۳-۴- اثر محلول سود بر $Hg^{2+}$                                   |
| ۲۹ | ۲-۱-۳-۴-۱- روش عملی اثر سود بر $Hg^{2+}$                              |
| ۲۹ | ۲-۱-۳-۵- اثر محلول آمونیاک بر $Hg^{2+}$                               |
| ۲۹ | ۲-۱-۳-۵-۱- روش عملی اثر محلول آمونیاک بر $Hg^{2+}$                    |

- ۳۰-۱-۲-۶- اثر محلول کلرید استانو ( $SnCl_4$ ) بر  $Hg^{2+}$
- ۳۰-۱-۲-۶-۱- روش عملی اثر محلول کلرید استانو ( $SnCl_4$ ) بر  $Hg^{2+}$
- ۳۱-۱-۳- واکنش‌های مربوط به کاتیون  $Pb^{2+}$
- ۳۱-۱-۳-۱- اثر محلول  $HCl$  رقیق بر  $Pb^{2+}$
- ۳۱-۱-۳-۱-۱- روش عملی اثر محلول  $HCl$  رقیق بر  $Pb^{2+}$
- ۳۲-۱-۳-۲- اثر محلول یدیدپتاسیم بر  $Pb^{2+}$
- ۳۲-۱-۳-۲-۱- روش عملی اثر محلول یدیدپتاسیم بر  $Pb^{2+}$
- ۳۲-۱-۳-۳- اثر محلول کرومات پتاسیم بر  $Pb^{2+}$
- ۳۳-۱-۳-۳-۱- روش عملی اثر محلول کرومات پتاسیم بر  $Pb^{2+}$
- ۳۳-۱-۳-۴- اثر محلول سود بر  $Pb^{2+}$
- ۳۳-۱-۳-۴-۱- روش عملی اثر محلول سود بر  $Pb^{2+}$
- ۳۴-۱-۳-۵- اثر محلول سولفوریک اسید بر  $Pb^{2+}$
- ۳۴-۱-۳-۵-۱- روش عملی اثر محلول سولفوریک اسید بر  $Pb^{2+}$
- ۳۴-۱-۳-۶- اثر محلول آمونیاکی بر  $Pb^{2+}$
- ۳۵-۱-۳-۶-۱- روش عملی اثر محلول آمونیاکی بر  $Pb^{2+}$
- ۳۵-۲-۳- جداسازی مخلوط کاتیون‌های دسته اول
- ۳۶-۱-۲-۳- روش عملی جداسازی مخلوط کاتیون‌های دسته اول
- ۳۷- دیاگرام جداسازی کاتیون‌های دسته اول
- ۳۸- پرسش‌های مربوط به کاتیون‌های دسته اول

## فصل چهارم

### آزمایش شماره دوم

- ۳۹-۱-۴- واکنش‌های مربوط به کاتیون‌های گروه دوم و نحوه شناسایی آن‌ها
- ۳۹-۱-۱-۴- واکنش‌های مربوط به کاتیون‌های دسته مس
- ۳۹-۱-۱-۱-۴- واکنش‌های مربوط به  $Cu^{2+}$  (یون کوئوریک)
- ۳۹-۱-۱-۱-۱-۴- اثر  $H_2S$  بر  $Cu^{2+}$
- ۴۰-۱-۱-۱-۱-۱-۴- روش عملی اثر  $H_2S$  بر  $Cu^{2+}$
- ۴۰-۲-۱-۱-۱-۱-۴- اثر محلول سود بر  $Cu^{2+}$
- ۴۰-۱-۲-۱-۱-۱-۴- روش عملی اثر محلول سود بر  $Cu^{2+}$
- ۴۱-۳-۱-۱-۱-۱-۴- اثر محلول آمونیاک بر  $Cu^{2+}$

- ۴۱  $Cu^{2+}$  بر ۱-۳-۱-۱-۱-۴ روش عملی اثر محلول آمونیاک
- ۴۲  $Cu^{2+}$  بر ۴-۱-۱-۱-۱-۴ اثر محلول فروسیانید پتاسیم
- ۴۲  $Cu^{2+}$  بر ۱-۴-۱-۱-۱-۴ روش عملی اثر محلول فروسیانید پتاسیم
- ۴۳  $Cu^{2+}$  بر ۵-۱-۱-۱-۱-۴ اثر محلول یدید پتاسیم
- ۴۳  $Cu^{2+}$  بر ۱-۵-۱-۱-۱-۴ روش عملی اثر محلول یدید پتاسیم
- ۴۴  $(Cd^{2+})$  بر ۲-۱-۱-۱-۱-۴ واکنش‌های مربوط به کاتیون کادمیم
- ۴۴  $(Cd^{2+})$  بر ۱-۲-۱-۱-۱-۴ اثر سولفید هیدروژن
- ۴۴  $(Cd^{2+})$  بر ۱-۱-۲-۱-۱-۴ روش عملی اثر سولفید هیدروژن
- ۴۵  $(Cd^{2+})$  بر ۲-۲-۱-۱-۱-۴ اثر محلول  $NaOH$
- ۴۵  $(Cd^{2+})$  بر ۱-۲-۲-۱-۱-۴ روش عملی اثر محلول  $NaOH$
- ۴۵  $(Cd^{2+})$  بر ۳-۲-۱-۱-۱-۴ اثر محلول آمونیاک
- ۴۶  $(Cd^{2+})$  بر ۱-۳-۲-۱-۱-۴ روش عملی اثر محلول آمونیاک
- ۴۶  $(Cd^{2+})$  بر ۳-۱-۱-۱-۱-۴ واکنش‌های کاتیون بیسموت
- ۴۶  $Bi^{3+}$  بر ۱-۳-۱-۱-۱-۴ اثر  $H_2S$  بر کاتیون
- ۴۷  $Bi^{3+}$  بر ۱-۱-۳-۱-۱-۴ روش عملی اثر  $H_2S$  بر کاتیون
- ۴۷  $Bi^{3+}$  بر ۲-۳-۱-۱-۱-۴ اثر محلول سود بر کاتیون
- ۴۸  $Bi^{3+}$  بر ۱-۲-۳-۱-۱-۴ روش عملی اثر محلول سود بر کاتیون
- ۴۸  $Bi^{3+}$  بر ۳-۳-۱-۱-۱-۴ اثر محلول یدید پتاسیم بر کاتیون
- ۴۹  $Bi^{3+}$  بر ۱-۳-۳-۱-۱-۴ روش عملی اثر محلول یدید پتاسیم بر کاتیون
- ۴۹  $Bi^{3+}$  بر ۴-۳-۱-۱-۱-۴ اثر محلول کلرید قلع (کلرید استانو) بر کاتیون
- ۴۹  $Bi^{3+}$  بر ۱-۴-۳-۱-۱-۴ روش عملی اثر محلول کلرید قلع (کلرید استانو) بر کاتیون
- ۵۰  $Bi^{3+}$  بر ۵-۳-۱-۱-۱-۴ اثر محلول کرومات پتاسیم بر کاتیون
- ۵۰  $Bi^{3+}$  بر ۱-۵-۳-۱-۱-۴ روش عملی اثر محلول کرومات پتاسیم بر کاتیون
- ۵۰  $(Hg^{2+})$  بر ۴-۱-۱-۱-۱-۴ واکنش‌های کاتیون مرکوریک
- ۵۱  $(Hg^{2+})$  بر ۱-۴-۱-۱-۱-۴ اثر  $H_2S$  بر کاتیون
- ۵۱  $(Hg^{2+})$  بر ۱-۱-۴-۱-۱-۴ روش عملی اثر  $H_2S$  بر کاتیون
- ۵۱  $(Hg^{2+})$  بر ۲-۴-۱-۱-۱-۴ اثر محلول کلرید قلع (II) بر کاتیون
- ۵۲  $(Hg^{2+})$  بر ۱-۲-۴-۱-۱-۴ روش عملی اثر محلول کلرید قلع (II) بر کاتیون
- ۵۲  $(Hg^{2+})$  بر ۳-۴-۱-۱-۱-۴ اثر محلول سود بر کاتیون
- ۵۲  $(Hg^{2+})$  بر ۱-۳-۴-۱-۱-۴ روش عملی اثر محلول سود بر کاتیون

- ۵۳ ۴-۴-۱-۱-۴ اثر محلول آمونیاک بر کاتیون ( $Hg^{2+}$ )
- ۵۳ ۴-۴-۱-۱-۴ روش عملی اثر محلول آمونیاک بر کاتیون ( $Hg^{2+}$ )
- ۵۳ ۴-۴-۱-۱-۴ اثر محلول یدیدپتاسیم بر کاتیون ( $Hg^{2+}$ )
- ۵۴ ۴-۴-۱-۱-۴ روش عملی اثر محلول یدیدپتاسیم بر کاتیون ( $Hg^{2+}$ )
- ۵۴ ۴-۱-۲-واکنش‌های مربوط به کاتیون‌های دسته ارسنیک
- ۵۴ ۴-۱-۲-واکنش‌های مربوط به کاتیون‌های دسته آرسنیک با  $H_2S$

## فصل پنجم

- ۵۷ آزمایش شماره سوم
- ۵۷ ۵-۱-جداسازی مخلوط کاتیون‌های دسته دوم
- ۵۸ ۵-۱-۱-روش عملی جداسازی مخلوط کاتیون‌های دسته دوم
- ۶۱ دیاگرام جداسازی مخلوط کاتیون‌های دسته دوم
- ۶۲ پرستش‌های مربوط به کاتیون‌های دسته دوم

## فصل ششم

- ۶۳ آزمایش شماره چهارم
- ۶۳ ۶-۱-واکنش‌های مربوط به کاتیون‌های دسته سوم
- ۶۳ ۶-۱-۱-واکنش‌های مربوط به کاتیون‌های  $Fe^{2+}, Mn^{2+}, Ni^{2+}, Co^{2+}, Zn^{2+}$
- ۶۳ ۶-۱-۱-۱-واکنش‌های مربوط به کاتیون  $Fe^{2+}$
- ۶۳ ۶-۱-۱-۱-۱-اثر محلول سود بر کاتیون  $Fe^{2+}$
- ۶۴ ۶-۱-۱-۱-۱-۱-روش عملی اثر محلول سود بر کاتیون  $Fe^{2+}$
- ۶۴ ۶-۱-۱-۱-۱-۱-اثر محلول آمونیاک بر کاتیون  $Fe^{2+}$
- ۶۴ ۶-۱-۱-۱-۱-۱-۱-روش عملی اثر محلول آمونیاک بر کاتیون  $Fe^{2+}$
- ۶۵ ۶-۱-۱-۱-۱-۱-۱-۱-اثر محلول فروسیانیدپتاسیم ( $K_4[Fe(CN)_6]$ ) بر کاتیون  $Fe^{2+}$
- ۶۵ ۶-۱-۱-۱-۱-۱-۱-۱-۱-روش عملی اثر محلول فروسیانیدپتاسیم بر کاتیون  $Fe^{2+}$
- ۶۶ ۶-۱-۱-۱-۱-۱-۱-۱-۱-اثر محلول تیوسیانیدپتاسیم ( $KSCN$ ) بر کاتیون  $Fe^{2+}$
- ۶۶ ۶-۱-۱-۱-۱-۱-۱-۱-۱-روش عملی اثر محلول تیوسیانیدپتاسیم ( $KSCN$ ) بر کاتیون  $Fe^{2+}$
- ۶۶ ۶-۱-۱-۱-۱-۱-۱-۱-۱-۱-اثر محلول فری سیانیدپتاسیم ( $K_3[Fe(CN)_6]$ ) بر کاتیون  $Fe^{2+}$
- ۶۶ ۶-۱-۱-۱-۱-۱-۱-۱-۱-۱-۱-روش عملی اثر محلول فری سیانیدپتاسیم ( $K_3[Fe(CN)_6]$ ) بر کاتیون  $Fe^{2+}$
- ۶۷ ۶-۱-۱-۱-۱-۱-۱-۱-۱-۱-۱-واکنش‌های مربوط به کاتیون کبالت ( $Co^{2+}$ )

- ۶۷ ۱-۱-۲-۱-۱-۶ اثر محلول سود بر کاتیون کبالت
- ۶۷ ۱-۱-۲-۱-۱-۶ روش عملی اثر محلول سود بر کاتیون کبالت
- ۶۸ ۱-۱-۲-۱-۱-۶ اثر محلول آمونیاک بر کاتیون کبالت
- ۶۸ ۱-۱-۲-۱-۱-۶ روش عملی اثر محلول آمونیاک بر کاتیون کبالت
- ۶۹ ۱-۱-۲-۱-۱-۶ اثر محلول نیتريت پتاسيم بر کاتیون کبالت
- ۶۹ ۱-۱-۲-۱-۱-۶ روش عملی اثر محلول نیتريت پتاسيم بر کاتیون کبالت
- ۷۰ ۱-۱-۲-۱-۱-۶ اثر محلول تيوسيانيد پتاسيم بر کاتیون کبالت
- ۷۰ ۱-۱-۲-۱-۱-۶ روش عملی اثر محلول تيوسيانيد پتاسيم بر کاتیون کبالت
- ۷۰ ۱-۱-۳-۱-۱-۶ واکنش‌های مربوط به  $Ni^{2+}$
- ۷۰ ۱-۱-۳-۱-۱-۶ اثر محلول سود بر  $Ni^{2+}$
- ۷۱ ۱-۱-۳-۱-۱-۶ روش عملی اثر محلول سود بر  $Ni^{2+}$
- ۷۱ ۱-۱-۲-۱-۱-۶ اثر محلول آمونیاک بر  $Ni^{2+}$
- ۷۱ ۱-۱-۲-۱-۱-۶ روش عملی اثر محلول آمونیاک بر  $Ni^{2+}$
- ۷۲ ۱-۱-۳-۱-۱-۶ اثر معرف دی متیل گلی اکسيم بر کاتیون  $Ni^{2+}$
- ۷۲ ۱-۱-۳-۱-۱-۶ روش عملی اثر معرف دی متیل گلی اکسيم بر کاتیون  $Ni^{2+}$
- ۷۲ ۱-۱-۴-۱-۱-۶ واکنش‌های مربوط به کاتیون منگنز (II)
- ۷۳ ۱-۱-۴-۱-۱-۶ اثر محلول سود بر کاتیون منگنز (II)
- ۷۳ ۱-۱-۴-۱-۱-۶ روش عملی اثر محلول سود بر کاتیون منگنز (II)
- ۷۴ ۱-۱-۴-۱-۱-۶ اثر محلول آمونیاک بر کاتیون منگنز (III)
- ۷۴ ۱-۱-۵-۱-۱-۶ واکنش‌های مربوط به کاتیون روی ( $Zn^{2+}$ )
- ۷۴ ۱-۱-۵-۱-۱-۶ اثر محلول سود بر کاتیون روی
- ۷۴ ۱-۱-۵-۱-۱-۶ روش عملی اثر محلول سود بر کاتیون روی
- ۷۴ ۱-۱-۵-۱-۱-۶ اثر محلول آمونیاکی بر کاتیون روی
- ۷۵ ۱-۱-۵-۱-۱-۶ روش عملی اثر محلول آمونیاکی بر کاتیون روی
- ۷۵ ۱-۱-۵-۱-۱-۶ اثر محلول فروسيانيد پتاسيم بر کاتیون روی
- ۷۵ ۱-۱-۵-۱-۱-۶ روش عملی اثر محلول فروسيانيد پتاسيم بر کاتیون روی
- ۷۶ ۱-۱-۲-۱-۱-۶ واکنش‌های مربوط به کاتیون‌های  $Fe^{2+}, Al^{3+}, Cr^{3+}$
- ۷۶ ۱-۱-۲-۱-۱-۶ واکنش‌های کاتیون فريک ( $Fe^{3+}$ )
- ۷۶ ۱-۱-۲-۱-۱-۶ اثر محلول سود بر کاتیون فريک ( $Fe^{3+}$ )
- ۷۶ ۱-۱-۲-۱-۱-۶ روش عملی اثر محلول سود بر کاتیون فريک ( $Fe^{3+}$ )
- ۷۷ ۱-۱-۲-۱-۱-۶ اثر محلول آمونیاک بر کاتیون فريک ( $Fe^{3+}$ )



- ۹۱ ۸-۱-۲- اثر محلول سود بر کاتیون  $Ba^{2+}$
- ۹۱ ۸-۱-۳- اثر محلول کربنات آمونیوم یا کربنات سدیم بر کاتیون  $Ba^{2+}$
- ۹۱ ۸-۱-۴- اثر محلول اسیدسولفوریک بر کاتیون  $Ba^{2+}$
- ۹۲ ۸-۱-۵- اثر محلول اگزالات آمونیوم بر کاتیون  $Ba^{2+}$
- ۹۲ ۸-۱-۶- اثر محلول کرومات پتاسیم بر کاتیون  $Ba^{2+}$
- ۹۲ ۸-۱-۲- واکنش‌های مربوط به کاتیون  $Ca^{2+}$
- ۹۲ ۸-۱-۲-۱- اثر محلول آمونیاک بر کاتیون  $Ca^{2+}$
- ۹۲ ۸-۱-۲-۲- اثر محلول کربنات آمونیوم بر کاتیون  $Ca^{2+}$
- ۹۳ ۸-۱-۲-۳- اثر محلول اسیدسولفوریک رقیق بر کاتیون  $Ca^{2+}$
- ۹۳ ۸-۱-۲-۴- اثر محلول اگزالات آمونیوم یا اگزالات سدیم بر کاتیون  $Ca^{2+}$
- ۹۳ ۸-۱-۲-۵- اثر محلول کرومات پتاسیم بر کاتیون  $Ca^{2+}$
- ۹۳ ۸-۱-۲-۶- اثر محلول فروسیانید پتاسیم بر کاتیون  $Ca^{2+}$
- ۹۴ ۸-۱-۳- واکنش‌های مربوط به کاتیون استرانسیم ( $Sr^{2+}$ )
- ۹۴ ۸-۱-۳-۱- اثر محلول آمونیاک بر کاتیون استرانسیم ( $Sr^{2+}$ )
- ۹۴ ۸-۱-۳-۲- اثر محلول کربنات آمونیوم بر کاتیون استرانسیم ( $Sr^{2+}$ )
- ۹۴ ۸-۱-۳-۳- اثر محلول اسیدسولفوریک بر کاتیون استرانسیم ( $Sr^{2+}$ )
- ۹۴ ۸-۱-۳-۴- اثر محلول اگزالات آمونیوم بر کاتیون استرانسیم ( $Sr^{2+}$ )
- ۹۵ ۸-۱-۳-۵- اثر محلول کرومات پتاسیم بر کاتیون استرانسیم ( $Sr^{2+}$ )
- ۹۵ ۸-۱-۴- واکنش‌های مربوط به کاتیون منیزیم ( $Mg^{2+}$ )
- ۹۵ ۸-۱-۴-۱- اثر محلول آمونیاک بر کاتیون منیزیم
- ۹۵ ۸-۱-۴-۲- اثر محلول سود یا پتاس بر کاتیون منیزیم
- ۹۶ ۸-۱-۴-۳- اثر محلول کربنات سدیم یا کربنات آمونیوم بر کاتیون منیزیم
- ۹۶ ۸-۱-۴-۴- اثر محلول کرومات پتاسیم بر کاتیون منیزیم
- ۹۶ ۸-۱-۴-۵- اثر محلول اگزالات سدیم یا آمونیوم بر کاتیون منیزیم
- ۹۶ ۸-۱-۴-۶- اثر محلول فسفات منو هیدروژن سدیم بر کاتیون منیزیم
- ۹۷ ۸-۲- روش عملی شناسایی کاتیون‌های دسته چهارم
- ۹۷ ۸-۲-۱- روش عملی اثر محلول آمونیاک بر کاتیون‌های دسته چهارم
- ۹۷ ۸-۲-۲- روش عملی اثر محلول سود بر کاتیون‌های دسته چهارم
- ۹۸ ۸-۲-۳- روش عملی اثر محلول کربنات آمونیوم بر کاتیون‌های دسته چهارم
- ۹۸ ۸-۲-۴- روش عملی اثر محلول اسیدسولفوریک بر کاتیون‌های دسته چهارم
- ۹۹ ۸-۲-۵- روش عملی اثر محلول کرومات پتاسیم بر کاتیون‌های دسته چهارم

|     |                                                                     |
|-----|---------------------------------------------------------------------|
| ۹۹  | ۸-۲-۶- روش عملی اثر محلول اگزالات آمونیوم بر کاتیون‌های دسته چهارم  |
| ۹۹  | ۸-۲-۷- روش عملی اثر محلول فروسیانید پتاسیم بر $Ca^{2+}$             |
| ۱۰۰ | ۸-۲-۸- روش عملی اثر محلول فسفات منوهیدروژن سدیم بر $Mg^{2+}$        |
| ۱۰۱ | آزمایش شماره هفتم                                                   |
| ۱۰۱ | ۸-۳-۳- جداسازی مخلوط کاتیون‌های دسته چهارم                          |
| ۱۰۱ | ۸-۳-۱- روش عملی جداسازی مخلوط کاتیون‌های دسته چهارم                 |
| ۱۰۳ | دیاگرام جداسازی مخلوط کاتیون‌های دسته چهارم                         |
| ۱۰۴ | پرسش‌های مربوط به کاتیون‌های دسته چهارم                             |
|     | <b>فصل نهم</b>                                                      |
| ۱۰۵ | آزمایش شماره هشتم                                                   |
| ۱۰۵ | ۹-۱- واکنش‌های مربوط به کاتیون‌های دسته پنجم                        |
| ۱۰۵ | ۹-۱-۱- واکنش‌های مربوط به $Na^+$                                    |
| ۱۰۶ | ۹-۱-۱-۱- روش عملی شناسایی $Na^+$                                    |
| ۱۰۶ | ۹-۱-۲- واکنش‌های مربوط به کاتیون پتاسیم                             |
| ۱۰۶ | ۹-۱-۲-۱- اثر معرف هگزا نیتريتو کبالت (III) سدیم بر $K^+$            |
| ۱۰۷ | ۹-۱-۲-۱-۱- روش عملی اثر معرف هگزا نیتريتو کبالت (III) سدیم بر $K^+$ |
| ۱۰۷ | ۹-۱-۲-۲- اثر محلول اسید پرکلریک ( $HClO_4$ ) بر $K^+$               |
| ۱۰۷ | ۹-۱-۲-۲-۱- روش عملی اثر محلول اسید پرکلریک ( $HClO_4$ ) بر $K^+$    |
| ۱۰۸ | ۹-۳-۲-۱- اثر اسید تارتاریک ( $H_2C_4H_4O_6$ ) بر $K^+$              |
| ۱۰۸ | ۹-۳-۲-۱- روش عملی اثر محلول اسید تارتاریک بر $K^+$                  |
| ۱۰۸ | ۹-۴-۲-۱- اثر اسید کلروپلاتینیک ( $H_2PtCl_6$ ) بر $K^+$             |
| ۱۰۹ | ۹-۴-۲-۱- روش عملی اثر محلول اسید کلرو پلاتینیک بر $K^+$             |
| ۱۰۹ | ۹-۵-۲-۱- آزمایش شعله                                                |
| ۱۰۹ | ۹-۳-۱- واکنش‌های مربوط به کاتیون آمونیوم ( $NH_4^+$ )               |
| ۱۱۰ | ۹-۳-۱-۱- اثر محلول سود بر $NH_4^+$                                  |
| ۱۱۰ | ۹-۳-۱-۱- روش عملی اثر محلول سود بر $NH_4^+$                         |
| ۱۱۱ | ۹-۳-۲-۱- اثر معرف نسلر بر $NH_4^+$                                  |
| ۱۱۱ | ۹-۳-۲-۱- روش عملی اثر معرف نسلر بر $NH_4^+$                         |
| ۱۱۲ | آزمایش شماره نهم                                                    |

- ۱۱۲ ۲-۹- جداسازی مخلوط کاتیون‌های دسته پنجم
- ۱۱۲ ۱-۲-۹- روش عملی جداسازی مخلوط کاتیون‌های دسته پنجم
- ۱۱۳ دیاگرام جداسازی کاتیون‌های دسته پنجم (روش اول)
- ۱۱۳ ۳-۲-۹- روش دیگری جهت جداسازی کاتیون‌های دسته پنجم
- ۱۱۵ دیاگرام جداسازی کاتیون‌های دسته پنجم (روش دوم)
- ۱۱۶ پرسش‌های مربوط به کاتیون‌های دسته پنجم

## فصل دهم

- ۱۱۷ آزمایش شماره دهم
- ۱۱۷ ۱-۱۰- شناسایی آنیون‌ها
- ۱۱۸ ۱-۱-۱۰- شناسایی آنیون‌های دسته اول
- ۱۱۸ ۱-۱-۱-۱۰- واکنش‌های مربوط به آنیون سولفات ( $SO_4^{2-}$ )
- ۱۱۸ ۱-۱-۱-۱-۱۰- اثر محلول  $BaCl_2$  بر آنیون  $SO_4^{2-}$
- ۱۱۹ ۲-۱-۱-۱۰- واکنش‌های مربوط به آنیون سولفیت ( $SO_3^{2-}$ )
- ۱۱۹ ۱-۲-۱-۱-۱۰- اثر محلول  $HCl$  بر آنیون  $SO_3^{2-}$
- ۱۱۹ ۲-۲-۱-۱-۱۰- اثر اسیدسولفوریک رقیق بر آنیون  $SO_3^{2-}$
- ۱۱۹ ۳-۲-۱-۱-۱۰- اثر محلول  $BaCl_2$  بر آنیون  $SO_3^{2-}$
- ۱۲۰ ۴-۲-۱-۱-۱۰- اثر محلول پرمنگنات پتاسیم در محیط خنثی، قلیایی و اسیدی بر آنیون  $SO_3^{2-}$
- ۱۲۰ ۳-۱-۱-۱۰- واکنش‌های مربوط به آنیون کربنات ( $CO_3^{2-}$ )
- ۱۲۰ ۱-۳-۱-۱-۱۰- اثر محلول  $BaCl_2$  بر آنیون  $CO_3^{2-}$
- ۱۲۱ ۴-۱-۱-۱۰- واکنش‌های مربوط به آنیون فسفات ( $PO_4^{3-}$ )
- ۱۲۱ ۱-۴-۱-۱-۱۰- اثر  $BaCl_2$  بر آنیون  $PO_4^{3-}$
- ۱۲۲ ۵-۱-۱-۱۰- واکنش‌های مربوط به آنیون اگزالات ( $C_2O_4^{2-}$ )
- ۱۲۲ ۱-۵-۱-۱-۱۰- اثر محلول  $CaCl_2$  یا  $Ca(NO_3)_2$  بر آنیون  $C_2O_4^{2-}$
- ۱۲۲ ۲-۵-۱-۱-۱۰- اثر محلول  $BaCl_2$  بر آنیون  $C_2O_4^{2-}$
- ۱۲۲ ۳-۵-۱-۱-۱۰- اثر اکسیدکننده‌ها مانند پرمنگنات پتاسیم بر آنیون  $C_2O_4^{2-}$
- ۱۲۲ ۶-۱-۱-۱۰- واکنش‌های مربوط به آنیون کرومات  $CrO_4^{2-}$
- ۱۲۳ ۱-۶-۱-۱-۱۰- اثر محلول  $BaCl_2$  بر  $CrO_4^{2-}$
- ۱۲۳ ۲-۶-۱-۱-۱۰- اثر آب اکسیژنه بر  $CrO_4^{2-}$

|     |                                                                    |
|-----|--------------------------------------------------------------------|
| ۱۲۳ | ۱۰-۱-۱-۶-۳- اثر محلول نیترات سرب بر $CrO_4^{2-}$                   |
| ۱۲۴ | ۱۰-۱-۱-۶-۴- اثر محلول نیترات نقره بر $CrO_4^{2-}$                  |
| ۱۲۴ | ۱۰-۱-۱-۷- واکنش‌های مربوط به $F^-$                                 |
| ۱۲۴ | ۱۰-۱-۱-۸- واکنش‌های مربوط به آنیون ارسینات ( $AsO_4^{3-}$ )        |
| ۱۲۴ | ۱۰-۱-۱-۸-۱- اثر محلول $BaCl_2$ بر آنیون $AsO_4^{3-}$               |
| ۱۲۵ | ۱۰-۱-۱-۹- واکنش‌های مربوط به آنیون ارسنیت ( $AsO_3^{3-}$ )         |
| ۱۲۵ | ۱۰-۱-۱-۱۰- واکنش‌های مربوط به آنیون برات ( $B_4O_7^{2-}$ )         |
| ۱۲۵ | ۱۰-۱-۱-۱۱- واکنش‌های مربوط به آنیون سیلیکات ( $SiO_4^{4-}$ )       |
| ۱۲۵ | ۱۰-۱-۱-۱۱-۱- اثر محلول $BaCl_2$ بر آنیون $SiO_4^{4-}$              |
| ۱۲۵ | ۱۰-۱-۱-۱۲- واکنش‌های مربوط به آنیون تیسولفیت ( $S_4O_6^{2-}$ )     |
| ۱۲۶ | ۱۰-۱-۱-۱۲-۱- واکنش محلول کلرید باریم با $S_4O_6^{2-}$              |
| ۱۲۶ | ۱۰-۱-۱-۱۲-۲- واکنش محلول $AgNO_3$ در مجاورت حرارت با $S_4O_6^{2-}$ |
| ۱۲۶ | ۱۰-۱-۲- شناسایی آنیون‌های دسته دوم                                 |
| ۱۲۶ | ۱۰-۱-۲-۱- واکنش‌های مربوط به یون کلرید ( $Cl^-$ )                  |
| ۱۲۶ | ۱۰-۱-۲-۱-۱- اثر محلول نیترات نقره بر $Cl^-$                        |
| ۱۲۷ | ۱۰-۱-۲-۱-۲- اثر اسید سولفوریک غلیظ بر $Cl^-$                       |
| ۱۲۷ | ۱۰-۱-۲-۱-۳- اثر محلول پرمنگنات پتاسیم بر $Cl^-$                    |
| ۱۲۷ | ۱۰-۱-۲-۲- واکنش‌های مربوط به $Br^-$                                |
| ۱۲۸ | ۱۰-۱-۲-۲-۱- اثر محلول نیترات نقره بر $Br^-$                        |
| ۱۲۸ | ۱۰-۱-۲-۲-۲- اثر اسیدسولفوریک غلیظ بر $Br^-$                        |
| ۱۲۸ | ۱۰-۱-۲-۲-۳- اثر محلول پرمنگنات پتاسیم بر $Br^-$                    |
| ۱۲۸ | ۱۰-۱-۲-۳- واکنش‌های مربوط به یون $I^-$                             |
| ۱۲۹ | ۱۰-۱-۳-۱- اثر محلول نیترات نقره بر $I^-$                           |
| ۱۲۹ | ۱۰-۱-۳-۲- اثر اسید سولفوریک غلیظ بر $I^-$                          |
| ۱۳۰ | ۱۰-۱-۳-۳- اثر محلول پرمنگنات پتاسیم بر $I^-$                       |
| ۱۳۰ | ۱۰-۱-۴-۳-۲- اثر محلول هیپوکلریت سدیم ( $NaClO$ ) بر $I^-$          |
| ۱۳۱ | ۱۰-۱-۴-۲- واکنش‌های مربوط به آنیون $S^{2-}$                        |
| ۱۳۱ | ۱۰-۱-۴-۲-۱- اثر محلول نیترات نقره بر $S^{2-}$                      |
| ۱۳۱ | ۱۰-۱-۴-۲-۲- اثر محلول استات سرب بر $S^{2-}$                        |

- ۱۳۱ ۵-۲-۱-۱۰ واکنش‌های مربوط به  $SCN^-$
- ۱۳۲ ۱-۵-۲-۱-۱۰ اثر محلول نیترات نقره بر  $SCN^-$
- ۱۳۳ ۲-۵-۲-۱-۱۰ اثر محلول کلرید آهن (III) بر  $SCN^-$
- ۱۳۲ ۶-۲-۱-۱۰ واکنش‌های مربوط به  $CN^-$
- ۱۳۲ ۷-۲-۱-۱۰ واکنش‌های مربوط به آنیون فروسیانید  $[Fe(CN)_6]^{4-}$
- ۱۳۳ ۸-۲-۱-۱۰ واکنش‌های مربوط به آنیون فری‌سیانید  $[Fe(CN)_6]^{3-}$
- ۱۳۳ ۳-۱-۱۰ شناسایی آنیون‌های دسته سوم
- ۱۳۳ ۱-۳-۱-۱۰ شناسایی آنیون‌های هیپوکلریت ( $ClO^-$ ) و کلرات ( $ClO_3^-$ )
- ۱۳۳ ۲-۳-۱-۱۰ واکنش‌های مربوط به آنیون نیتريت ( $NO_2^-$ )
- ۱۳۴ ۱-۲-۳-۱-۱۰ اثر اسیدها بر  $NO_3^-$
- ۱۳۴ ۲-۲-۳-۱-۱۰ اثر محلول یدید پتاسیم بر  $NO_3^-$  (خاصیت اکسیدکنندگی نیتريت)
- ۱۳۴ ۳-۲-۳-۱-۱۰ اثر محلول پرمنگنات پتاسیم بر  $NO_3^-$  (خاصیت احیاءکنندگی نیتريت)
- ۱۳۴ ۳-۳-۱-۱۰ واکنش‌های مربوط به آنیون نیترات ( $NO_3^-$ )
- ۱۳۵ ۱-۳-۳-۱-۱۰ اثر فلز مس بر  $NO_3^-$
- ۱۳۵ ۲-۳-۳-۱-۱۰ اثر محلول نیترون ( $C_2H_5N_3$ ) بر  $NO_3^-$
- ۱۳۵ ۳-۳-۳-۱-۱۰ واکنش فلزروی و آلومینیم با  $NO_3^-$
- ۱۳۵ ۴-۳-۱-۱۰ واکنش‌های مربوط به آنیون استات ( $CH_3COO^-$ )
- ۱۳۵ ۱-۴-۳-۱-۱۰ واکنش اتانول با ( $CH_3COO^-$ )
- ۱۳۶ ۵-۳-۱-۱۰ واکنش‌های آنیون پر منگنات  $MnO_4^-$
- ۱۳۷ آزمایش شماره یازدهم
- ۱۳۷ ۲-۱۰ روش عملی جداسازی مخلوط آنیون‌ها
- ۱۳۷ ۱-۲-۱۰ روش عملی شناسایی آنیون  $S^{2-}$  در مجهول
- ۱۳۸ ۲-۲-۱۰ روش عملی شناسایی آنیون‌های سیانید، فروسیانید و فری سیانید در مجهول
- ۱۳۹ ۳-۲-۱۰ روش عملی شناسایی آنیون  $SCN^-$  در مجهول
- ۱۳۹ ۴-۲-۱۰ روش عملی شناسایی آنیون‌های  $Cl^-$ ,  $ClO_4^-$ ,  $ClO_3^-$ ,  $Br^-$ ,  $SCN^-$
- ۱۴۱ ۵-۲-۱۰ روش عملی شناسایی آنیون‌های  $F^-$ ,  $CrO_4^{2-}$ ,  $C_2O_4^{2-}$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $SO_3^{2-}$
- ۱۴۲ ۱-۵-۲-۱۰ روش عملی شناسایی آنیون  $SO_4^{2-}$  در مجهول
- ۱۴۲ ۲-۵-۲-۱۰ روش عملی شناسایی آنیون  $CrO_4^{2-}$  در مجهول

- ۱۴۳ ۱۰-۲-۳- روش عملی شناسایی آنیون  $C_2O_4^{2-}$  در مجهول
- ۱۴۳ ۱۰-۲-۴- روش عملی شناسایی آنیون  $F^-$  در مجهول
- ۱۴۳ ۱۰-۲-۵- روش عملی شناسایی آنیون  $SO_4^{2-}$  در مجهول
- ۱۴۴ ۱۰-۲-۶- شناسایی آنیون‌های  $NO_3^-$ ,  $NQ_4^-$ ,  $NO_2^-$ ,  $B_2O_4^{2-}$ ,  $AsO_4^{3-}$ ,  $AsQ_4^{3-}$ ,  $PO_4^{3-}$  در مجهول
- ۱۴۴ ۱۰-۲-۶-۱- روش عملی شناسایی آنیون  $NO_3^-$  در مجهول
- ۱۴۵ ۱۰-۲-۶-۲- روش عملی شناسایی آنیون  $NO_3^-$  در مجهول
- ۱۴۵ ۱۰-۲-۶-۳- روش عملی شناسایی آنیون  $B_2O_4^{2-}$  در مجهول
- ۱۴۶ ۱۰-۲-۶-۴- روش عملی شناسایی آنیون‌های  $AsO_4^{3-}$  و  $AsQ_4^{3-}$  در مجهول
- ۱۴۶ ۱۰-۲-۶-۵- روش عملی شناسایی آنیون  $PO_4^{3-}$  در مجهول
- ۱۴۷ ۱۰-۲-۷- روش عملی شناسایی آنیون‌های  $CO_3^{2-}$ ,  $CH_3COO^-$ ,  $SiO_3^{2-}$ ,  $S_2O_3^{2-}$  در مجهول
- ۱۴۷ ۱۰-۲-۷-۱- شناسایی آنیون  $CH_3COO^-$  در مجهول
- ۱۴۷ ۱۰-۲-۷-۲- روش عملی شناسایی آنیون  $CO_3^{2-}$  در مجهول
- ۱۴۸ ۱۰-۲-۷-۳- روش عملی شناسایی آنیون  $SiO_3^{2-}$  در مجهول
- ۱۴۸ ۱۰-۲-۷-۴- روش عملی شناسایی آنیون  $S_2O_3^{2-}$  در مجهول
- ۱۵۰ پرسش‌های مربوط به آنیون‌ها

### فصل یازدهم

- ۱۵۱ آزمایش شماره دوازدهم و سیزدهم (دو جلسه)
- ۱۵۱ ۱۱-۱- شناسایی یک ترکیب یونی خالص به صورت مجهول
- ۱۵۲ ۱۱-۱-۱- روش عملی شناسایی ترکیب یونی خالص
- ۱۵۵ آزمایش شماره چهاردهم و پانزدهم (دو جلسه)
- ۱۵۵ ۱۱-۲- شناسایی تشکیل‌دهنده‌های یک آلیاژ به صورت مجهول
- ۱۵۵ ۱۱-۲-۱- روش عملی شناسایی تشکیل‌دهنده‌های یک آلیاژ به صورت مجهول
- ۱۵۷ پرسش‌های فصل یازدهم

### پیشگفتار

این کتاب حاصل تجربیات من در طول تدریس در دانشگاه می‌باشد. از آنجایی که اکثر دانشجویان در موازنه واکنش‌های شیمیایی به روش‌های مختلف و همچنین دانستن حالت فیزیکی محصولات به وجود آمده از انجام واکنش‌های شیمیایی، با مشکل مواجه هستند، بنابراین سعی شده است که اصول کلی موازنه واکنش‌های شیمیایی به روش‌های مختلف به زبان ساده در این کتاب آورده شود. همچنین جهت تفهیم بهتر مطالب، معادلات شیمیایی کلیه واکنش‌ها به همراه حالت فیزیکی مواد آورده شده است. امیدوارم که مورد رضایت دانشجویان عزیز قرار گیرد.

خورشید مهدی‌زاده