

آزمون عملی



**51st — International
Chemistry Olympiad
France — Paris — 2019**

Making science together!

2019-07-24



MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION
NATIONALE ET
DE LA JEUNESSE

MINISTÈRE
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR,
DE LA RECHERCHE
ET DE L'INNOVATION

دستورالعمل عمومی

- این دفترچه آزمون عملی شامل ۳۱ صفحه است.
- قبل از شروع آزمایش عملی دستور مطالعه داده می‌شود. ۱۵ دقیقه وقت دارید تا دفترچه را مطالعه کنید. در طی این زمان چیزی ننویسید و از ماشین حساب استفاده نکنید.
- وقتی دستور شروع (Start) داده شد کار را شروع کنید. پس از آن ۵ ساعت برای تکمیل آزمون زمان دارید.
- می‌توانید آزمایش‌ها را با هر ترتیبی که مایل هستید انجام دهید، اما توصیه می‌شود که با سوال P1 شروع کنید.
- تمام نتایج و جواب‌ها را باید به‌طور واضح با خودکار در محل‌های مشخص‌شده در برگه امتحان بنویسید. به جواب‌های نوشته‌شده در خارج از کادرهای مربوطه نمره داده نمی‌شود.
- اگر نیاز به چرکنویس داشتید از پشت برگه‌های امتحان استفاده کنید. توجه کنید که به جواب‌های نوشته‌شده در خارج از محل‌های مشخص‌شده نمره‌ای تعلق نمی‌گیرد.
- نسخه اصلی انگلیسی دفترچه آزمون بنا به درخواست شما و تنها برای روشن‌تر شدن سؤال‌ها در اختیار شما قرار خواهد گرفت.
- اگر نیاز داشتید از آزمایشگاه خارج شوید (برای استفاده از دستشویی، نوشیدن یا خوردن) کارت مربوطه را بالا بگیرید. یکی از مسئولین آزمایشگاه شما را همراهی خواهد کرد.
- هنگام کار از طبقه بالای میزتان استفاده نکنید تا شرایط برای همه برابر باشد.
- شما باید مقررات ایمنی IChO را رعایت کنید. اگر قوانین را رعایت نکنید، از مسئول آزمایشگاه تنها یک بار اخطار دریافت خواهید کرد. در صورت تکرار نمی‌توانید آزمایش را ادامه دهید و نمره صفر برای کل آزمون عملی شما در نظر گرفته خواهد شد.
- مواد شیمیایی و وسایل شیشه‌ای، به جز مواردی که ذکر شده باشد، تنها برای یک بار بدون جریمه مجدداً پرشده یا تعویض خواهد شد. در صورت درخواست تعویض بعدی یک نمره از ۴۰ نمره آزمون شما کم خواهد شد.
- مسئول آزمایشگاه ۳۰ دقیقه قبل از پایان وقت اخطار خواهد داد.
- وقتی دستور توقف (Stop) داده شد باید فوراً کار را متوقف کنید. اگر ظرف یک دقیقه از کار کردن و نوشتن دست بردارید برای آزمون عملی شما نمره صفر منظور خواهد شد.
- پس از دستور توقف، سرپرست آزمایشگاه برای امضا کردن پاسخ‌نامه شما خواهد آمد.
- پس از امضای سرپرست آزمایشگاه، دفترچه را امضا کرده داخل پاکت قرار دهید و پاکت را همراه با محصولات خود و پلیت‌های TLC برای نمره دادن تحویل دهید.

مقررات آزمایشگاه و ایمنی

- شما باید روپوش آزمایشگاهی پوشیده و دکمه‌های آن را ببندید. کفش شما باید کل پایتان را بپوشاند.
- همیشه از عینک آزمایشگاهی یا طبی در زمان کار در آزمایشگاه استفاده کنید. از لنز استفاده نکنید.
- در آزمایشگاه چیزی نخورید و نیاشامید. جویدن آدامس مجاز نیست.
- تنها در محل مشخص‌شده کار کنید. محیط کار خود و محل‌های مشترک را مرتب نگه دارید.
- آزمایش‌هایی که مجاز به انجام آن نیستید را انجام ندهید. تغییر دادن آزمایش‌ها مجاز نیست.
- با دهان خود از پی‌پت استفاده نکنید. همیشه از پوار (یا پی‌پت فیلر) استفاده کنید.
- خرده‌شیشه و مواد شیمیایی ریخته‌شده را بلافاصله از روی میز یا کف زمین تمیز کنید.
- تمام ضایعات باید به‌طور مناسب دفع شود تا از آلودگی و صدمه جلوگیری شود. پسماندهای غیرخطرناک رقیق‌شده در آب را می‌توان در سینک ریخت. پسماندهای آلی باید در ظرف دردار مشخص‌شده ریخته شود.

ثابت‌های فیزیکی و معادله‌ها

در این آزمون فرض شده است که فعالیت همه گونه‌های آبی را می‌توان با تقریب خوبی با غلظت آنها برحسب mol L^{-1} برابر در نظر گرفت. برای ساده‌تر شدن فرمول‌ها و عبارت‌ها، غلظت استاندارد $c^\circ = 1 \text{ mol L}^{-1}$ حذف شده است.

Avogadro's constant:	$N_A = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Universal gas constant:	$R = 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
Standard pressure:	$p^\circ = 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$
Atmospheric pressure:	$P_{\text{atm}} = 1 \text{ atm} = 1.013 \text{ bar} = 1.013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$
Zero of the Celsius scale:	273.15 K
Faraday constant:	$F = 9.649 \cdot 10^4 \text{ C mol}^{-1}$
Watt:	$1 \text{ W} = 1 \text{ J s}^{-1}$
Kilowatt hour:	$1 \text{ kWh} = 3.6 \cdot 10^6 \text{ J}$
Planck constant:	$h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$
Speed of light in vacuum:	$c = 2.998 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Elementary charge:	$e = 1.6022 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Electrical power:	$P = \Delta E \times I$
Power efficiency:	$\eta = P_{\text{obtained}} / P_{\text{applied}}$
Planck-Einstein relation:	$E = hc / \lambda$
Ideal gas equation:	$pV = nRT$
Gibbs free energy:	$G = H - TS$

$$\Delta_r G^\circ = -RT \ln K^\circ$$

$$\Delta_r G^\circ = -n F E_{\text{cell}}^\circ$$

$$\Delta_r G = \Delta_r G^\circ + RT \ln Q$$

Reaction quotient Q for a reaction
 $a \text{ A(aq)} + b \text{ B(aq)} = c \text{ C(aq)} + d \text{ D(aq)}$:

$$Q = \frac{[\text{C}]^c [\text{D}]^d}{[\text{A}]^a [\text{B}]^b}$$

Henderson–Hasselbalch equation:

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{[\text{A}^-]}{[\text{AH}]}$$

Nernst–Peterson equation:

$$E = E^\circ - \frac{RT}{zF} \ln Q$$

where Q is the reaction quotient of the reduction half-reaction

$$\text{at } T = 298 \text{ K}, \frac{RT}{F} \ln 10 \approx 0.059 \text{ V}$$

Beer–Lambert law:

$$A = \epsilon l c$$

Rate laws in integrated form:

- Zero order:

$$[\text{A}] = [\text{A}]_0 - kt$$

- First order:

$$\ln[\text{A}] = \ln[\text{A}]_0 - kt$$

- Second order:

$$1/[\text{A}] = 1/[\text{A}]_0 + kt$$

Half-life for a first order process:

$$t_{1/2} = \ln 2 / k$$

Number average molar mass M_n :

$$M_n = \frac{\sum_i N_i M_i}{\sum_i N_i}$$

Mass average molar mass M_w :

$$M_w = \frac{\sum_i N_i M_i^2}{\sum_i N_i M_i}$$

Polydispersity index I_p :

$$I_p = \frac{M_w}{M_n}$$

Note

The unit of molar concentration is either “M” or “mol L⁻¹”:

$$1 \text{ M} = 1 \text{ mol L}^{-1} \quad 1 \text{ mM} = 10^{-3} \text{ mol L}^{-1} \quad 1 \text{ }\mu\text{M} = 10^{-6} \text{ mol L}^{-1}$$

جدول تناوبی

1																	18																		
1 H 1.008		2										13		14		15		16		17		2 He 4.003													
3 Li 6.94		4 Be 9.01												5 B 10.81		6 C 12.01		7 N 14.01		8 O 16.00		9 F 19.00		10 Ne 20.18											
11 Na 22.99		12 Mg 24.31		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13 Al 26.98		14 Si 28.09		15 P 30.97		16 S 32.06		17 Cl 35.45		18 Ar 39.95	
19 K 39.10		20 Ca 40.08		21 Sc 44.96		22 Ti 47.87		23 V 50.94		24 Cr 52.00		25 Mn 54.94		26 Fe 55.85		27 Co 58.93		28 Ni 58.69		29 Cu 63.55		30 Zn 65.38		31 Ga 69.72		32 Ge 72.63		33 As 74.92		34 Se 78.97		35 Br 79.90		36 Kr 83.80	
37 Rb 85.47		38 Sr 87.62		39 Y 88.91		40 Zr 91.22		41 Nb 92.91		42 Mo 95.95		43 Tc -		44 Ru 101.1		45 Rh 102.9		46 Pd 106.4		47 Ag 107.9		48 Cd 112.4		49 In 114.8		50 Sn 118.7		51 Sb 121.8		52 Te 127.6		53 I 126.9		54 Xe 131.3	
55 Cs 132.9		56 Ba 137.3		57-71		72 Hf 178.5		73 Ta 180.9		74 W 183.8		75 Re 186.2		76 Os 190.2		77 Ir 192.2		78 Pt 195.1		79 Au 197.0		80 Hg 200.6		81 Tl 204.4		82 Pb 207.2		83 Bi 209.0		84 Po -		85 At -		86 Rn -	
87 Fr -		88 Ra -		89-103		104 Rf -		105 Db -		106 Sg -		107 Bh -		108 Hs -		109 Mt -		110 Ds -		111 Rg -		112 Cn -		113 Nh -		114 Fl -		115 Mc -		116 Lv -		117 Ts -		118 Og -	

57 La 138.9	58 Ce 140.1	59 Pr 140.9	60 Nd 144.2	61 Pm -	62 Sm 150.4	63 Eu 152.0	64 Gd 157.3	65 Tb 158.9	66 Dy 162.5	67 Ho 164.9	68 Er 167.3	69 Tm 168.9	70 Yb 173.0	71 Lu 175.0
89 Ac -	90 Th 232.0	91 Pa 231.0	92 U 238.0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -



تعریف عبارتهای GHS

عبارتهای هشدار GHS (H-phrases) برای مواد مورد استفاده در مسائل داده شده است. مفاهیم این عبارتها به صورت زیر است:

Physical hazards

H225	Highly flammable liquid and vapor (مایع و بخار بسیار اشتعال پذیر)
H226	Flammable liquid and vapor (مایع و بخار اشتعال پذیر)
H228	Flammable solid (جامد اشتعال پذیر)
H271	May cause fire or explosion; strong oxidizer (ممکن است باعث آتش سوزی یا تشدید آن شود، اکسنده قوی)
H272	May intensify fire; oxidizer (ممکن است موجب تشدید آتش سوزی شود، اکسنده)
H290	May be corrosive to metals (ممکن است برای فلزات خورنده باشد)

Health hazards

H301	Toxic if swallowed (در صورت بلعیدن سمی است)
H302	Harmful if swallowed (در صورت بلعیدن مضر است)
H304	May be fatal if swallowed and enters airways (اگر بلعیده شده و وارد مسیرهای هوایی شود ممکن است کشنده باشد)
H311	Toxic in contact with skin (در تماس با پوست سمی است)
H312	Harmful in contact with skin (در تماس با پوست مضر است)
H314	Causes severe skin burns and eye damage (موجب آسیب چشمی و سوختگی های پوستی شدید می شود)
H315	Causes skin irritation (موجب تحریک پوست می شود)
H317	May cause an allergic skin reaction (ممکن است موجب واکنش پوستی حساسیتی شود)
H318	Causes serious eye damage (موجب آسیب جدی چشم می شود)
H319	Causes serious eye irritation (موجب تحریک جدی چشم می شود)
H331	Toxic if inhaled (در صورت استنشاق سمی است)
H332	Harmful if inhaled (در صورت استنشاق مضر است)
H333	May be harmful if inhaled (در صورت استنشاق، ممکن است مضر باشد)
H334	May cause allergy or asthma symptoms or breathing difficulties if inhaled (در صورت استنشاق، ممکن است موجب بروز نشانه های حساسیت، آسم یا مشکلات تنفسی شود)

H335	May cause respiratory irritation (ممکن است موجب تحریک تنفسی شود)
H336	May cause drowsiness or dizziness (ممکن است موجب خواب آلودگی یا گیجی شود)
H351	Suspected of causing cancer (مشکوک به ایجاد سرطان)
H361	Suspected of damaging fertility or the unborn child (مشکوک به ایجاد آسیب بارداری یا سقط جنین)
H371	May cause damage to organs (امکان ایجاد آسیب برای اندامها)
H372	Causes damage to organs through prolonged or repeated exposure (ایجاد آسیب برای اندامها در اثر تماس طولانی مدت یا تکراری)
H373	May cause damage to organs through prolonged or repeated exposure (امکان ایجاد آسیب برای اندامها در اثر تماس طولانی مدت یا تکراری)

Environmental hazards

H400	Very toxic to aquatic life (بسیار سمی برای آبزیان)
H402	Harmful to aquatic life (مضر برای آبزیان)
H410	Very toxic to aquatic life with long lasting effects (بسیار سمی برای آبزیان با اثرات طولانی مدت)
H411	Toxic to aquatic life with long lasting effects (سمی برای آبزیان با اثرات طولانی مدت)
H412	Harmful to aquatic life with long lasting effects (مضر برای آبزیان با اثرات طولانی مدت)

مواد شیمیایی

For all problems برای تمام مسائل

مواد شیمیایی	برچسب ظرف	عبارت های GHS
Deionized water in: آب دیونیزه - Wash bottle (bench) - Plastic bottle (bench) - Plastic canister (hood) زیر هود	Deionized Water	Not hazardous (بی خطر)
Ethanol, in a wash bottle	Ethanol	H225, H319
Sample of white wine, 300 mL in amber plastic bottle نمونه شراب سفید	Wine sample	H225, H319

For problem P1

مواد شیمیایی	برچسب ظرف	عبارت های GHS
4-nitrobenzaldehyde, 1.51 g in amber glass vial ۴-نیتروبنزالدهید	4-nitrobenzaldehyde	H317, H319
Eluent A, 20 mL in glass vial حلال	Eluent A	H225, H290, H304, H314, H319, H336, H410
Eluent B, 20 mL in glass vial حلال	Eluent B	H225, H290, H304, H314, H319, H336, H410
Oxone® (potassium peroxomonosulfate salt), 7.87 g in plastic bottle نمک پتاسیم پروکسومونوسولفات	Oxone®	H314
Sample of 4-nitrobenzaldehyde for TLC ۴-نیتروبنزالدهید	TLC standard	H317, H319

For problem P2

مواد شیمیایی	برچسب ظرف	عبارت های GHS
1 M potassium thiocyanate solution, 20 mL in plastic bottle پتاسیم تیوسیانات	KSCN 1 M	H302+H312+H332, H412
0.00200 M potassium thiocyanate solution, 60 mL in plastic bottle پتاسیم تیوسیانات	KSCN 0.00200 M	Not hazardous
1 M perchloric acid solution, 10 mL in plastic bottle پرکلریک اسید	HClO ₄	H290, H315, H319
0.00200 M iron(III) solution, 80 mL in plastic bottle محلول آهن (III)	Fe(III) 0.00200 M	Not hazardous
0.000200 M iron(III) solution, 80 mL in plastic bottle محلول آهن (III)	Fe(III) 0.000200 M	Not hazardous
0.3% hydrogen peroxide solution, 3 mL in amber glass bottle هیدروژن پراکسید	H ₂ O ₂	Not hazardous

For problem P3

مواد شیمیایی	برچسب ظرف	عبارت های GHS
0.01 M iodine solution, 200 mL in brown plastic bottle محلول ید	I_2	H372
0.03 M sodium thiosulfate solution, 200 mL in plastic bottle سدیم تیوسولفات	$Na_2S_2O_3$	Not hazardous
1 M NaOH solution, 55 mL in plastic bottle	$NaOH$	H290, H314
2.5 M sulfuric acid solution, 80 mL in plastic bottle سولفوریک اسید	H_2SO_4	H290, H315, H319
0.5 M potassium iodide solution, 25 mL in plastic bottle پتاسیم یدید	KI	H372
Potassium iodate, <i>ca</i> 100 mg (exact mass written on the label), in glass vial پتاسیم یدات (مقدار دقیق روی برچسب ظرف نوشته شده است)	KIO_3	H272, H315, H319, H335
Starch solution, 25 mL in plastic bottle چسب نشاسته	Starch	Not hazardous

For all problems

تجهيزات اختصاصی	تعداد
Pipette filler bulb پوار	1
Safety goggles عینک	1
1 L plastic bottle for organic waste, labeled “ Organic waste ” ظرف دورریز مواد آلی	1
Paper towels دستمال حوله‌ای	15 sheets
Precision wipers (کاغذهای مربعی کوچک برای تمیز کردن)	30 sheets
Spatula (large) اسپاتول (بزرگ)	1
Spatula (small) اسپاتول (کوچک)	1
Stopwatch کرومتر	1
Pencil مداد	1
Eraser پاک‌کن	1
Black pen خودکار مشکی	1
Felt-tip pen for glassware مارکر برای نوشتن روی ظروف شیشه‌ای	1
Ruler خط‌کش	1

تجهيزات مشترک	تعداد
UV lamp for TLC visualization لامپ UV	2 per lab
Colorimeter رنگ‌سنج	5 per lab
Gloves دستکش (از مسؤول آزمایشگاه بخواهید)	All sizes (S, M, L, XL) available upon request to a lab assistant
Ice bucket سطل یخ	1 per lab

For problem P1

تجهيزات اختصاصی	تعداد
Laboratory stand with: پایه گیره	1
- Clamp holder with small clamp گیره کوچک	2
- Clamp holder with large clamp گیره بزرگ	1
Erlenmeyer flask with ground joint, 100 mL ارلن	1
Erlenmeyer flask with ground joint, 50 mL ارلن	1
Reflux condenser مبرد	1
Hotplate stirrer هیتر همزن	1
Crystallizing dish کریستالیزور	1
Magnetic stirring bar مغنت	1
Suction flask ارلن خلأ	1
Büchner funnel with rubber adapter قیف بوخنر	1
Zippered bag with 3 pieces of filter paper کاغذ صافی	1
Petri dish ظرف پتری	1

TLC elution chamber, labeled “ TLC elution chamber ”	TLC تانک	1
Zipped bag with 3 TLC plates (with fluorescence indicator), labeled with Student Code	سه عدد پلیت TLC	1
TLC graduated spotters (in the Petri dish)	لوله موئین	4
Plastic tweezers	پنس (انبر) پلاستیکی	1
Glass rod	میله شیشه‌ای	1
Graduated cylinder, 25 mL	استوانه مدرج	1
Beaker, 150 mL	بشر	2
Plastic powder funnel	قیف پلاستیکی برای انتقال جامدات	1
Disposable plastic pipette	پیپت پلاستیکی (قطره چکان)	2
Amber glass vial, for TLC sample, 1.5 mL, with stopper, labeled C and R	ظرف شیشه‌ای برای نمونه TLC	2
Pre-weighed amber glass vial, 10 mL, with stopper, labeled with Student Code	ظرف شیشه‌ای توزین شده مشخص شده با کد دانش آموزی	1
Magnetic stirring bar retriever	میله مغناطیسی برای خارج کردن مگنت	1

For problem P2

تجهیزات مشترک	تعداد
Volumetric pipette, 10 mL پیپت حجمی	1
Graduated pipette, 10 mL پیپت مدرج	3
Graduated pipette, 5 mL پیپت مدرج	3
Test tube stand جالوله‌ای	1
Test tube لوله آزمایش	15
Test tube stopper درپوش پلاستیکی لوله آزمایش	7
Colorimeter cuvette, path length 1.0 cm سل دستگاه رنگ سنج	2
Beaker, 100 mL بشر	2
Disposable plastic pipette پیپت پلاستیکی (قطره چکان)	15

For problem P3

تجهیزات اختصاصی	تعداد
Laboratory stand with burette clamp پایه و گیره بورت	1
Burette, 25 mL بورت	1
Glass transfer funnel قیف شیشه‌ای	1
Erlenmeyer flask, 100 mL ارلن	3
Erlenmeyer flask, 250 mL ارلن	3
Beaker, 150 mL بشر	1
Beaker, 100 mL بشر	2
Volumetric flask, 100 mL, with stopper بالن حجمی	1
Volumetric pipette, 50 mL پیپت حجمی	1
Volumetric pipette, 25 mL پیپت حجمی	1

Volumetric pipette, 20 mL	پیپت حجمی	1
Graduated cylinder, 25 mL	استوانه مدرج	1
Graduated cylinder, 10 mL	استوانه مدرج	1
Graduated cylinder, 5 mL	استوانه مدرج	1
Disposable plastic pipette	پیپت پلاستیکی (قطره چکان)	3
Parafilm	پارافیلیم	20 sheets

Problem P1 13% of total	Question	Yield	Purity	TLC	P1.1	P1.2	Total
	Points	12	12	8	2	3	37
	Score						

آزمایش P1. رعایت اصول شیمی سبز در واکنش اکسایش نیتروبنزالدهید

در طول دهه‌های گذشته شیمی‌دانان سعی کرده‌اند که واکنشگرهای مضر در فرایند اکسایش را با ترکیبات دیگری جایگزین کنند تا مشکلات همراه با نگهداری و حذف دورریزهای خطرناک را کاهش دهند. در این آزمایش، پتاسیم پراکسومونوسولفات به عنوان واکنشگر اکسنده انتخاب شده است، زیرا پس از انجام واکنش، فقط از آن نمک‌های سولفات تولید می‌شود که غیرسمی هستند و موجب آلودگی نمی‌شوند. این واکنشگر در اینجا به صورت Oxone® مورد استفاده قرار می‌گیرد. علاوه بر این، واکنش در مخلوطی از آب و اتانول انجام می‌شود که به عنوان حلال‌های سبز شناخته می‌شوند.

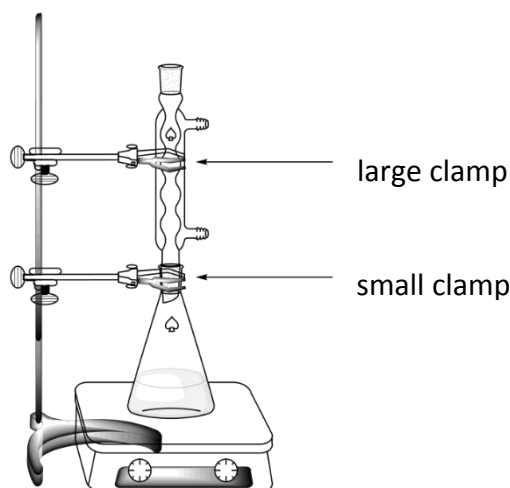
در این آزمایش، اکسایش ۴-نیتروبنزالدهید، متبلور کردن محصول، مقایسه کردن حلال‌های TLC و چک کردن خلوص محصول با استفاده از TLC انجام می‌شود.

توجه: دورریزهای مربوط به اتانول و حلال‌های TLC باید در ظرف دور ریز "Organic waste" ریخته شوند.

روش کار

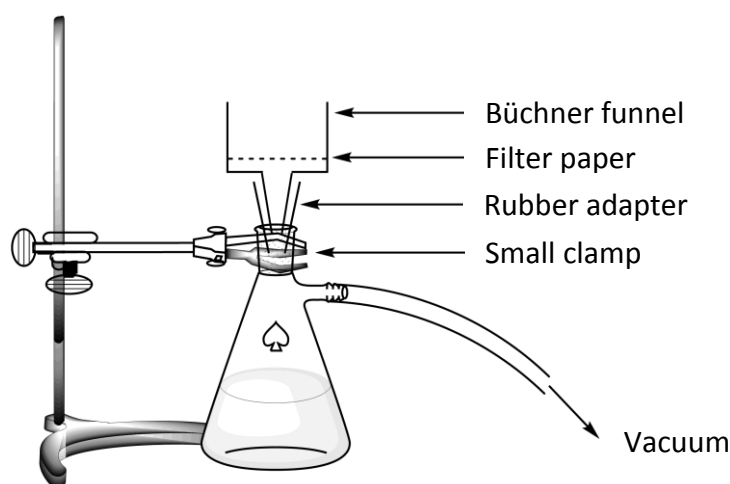
I. اکسایش ۴-نیتروبنزالدهید

۱. مقدار 20 mL آب و 5 mL اتانول را با هم مخلوط کنید.
۲. مگنت را داخل ارلن مایر 100 mL که دهانه آن رداژدار است قرار دهید.
۳. مقدار 1.51 g از ۴-نیتروبنزالدهید که قبلاً وزن شده است را داخل ارلن بریزید. تمام مقدار از مخلوط آب/اتانول را که قبلاً تهیه شده است به آن اضافه کنید. ارلن را با گیره به پایه متصل کنید. همزن را روشن کنید و سپس مقدار 7.87 g از Oxone® را که قبلاً وزن شده است به آن اضافه کنید.
۴. گیره بزرگی که به مبرد متصل است را شل کنید و مبرد را با محکم کردن رداژها متصل کنید. (شکل ۱) کارتی که روی آن HELP نوشته شده است را بالا ببرید. مسئول آزمایشگاه نزد شما خواهد آمد و آب را باز کرده و هیتر را برای شما تنظیم خواهد کرد.
۵. به مخلوط واکنش حرارت دهید تا به مدت 45 دقیقه به آرامی رفلاکس شود (با سرعت حدود یک قطره چکیدن حلال در ثانیه) برای اینکه رفلاکس به آرامی انجام شود دمای مشخصی روی هیتر علامت‌گذاری شده است.



شکل ۱. شکل دستگاه برای حرارت دادن مخلوط واکنش تحت شرایط رفلاکس

۶. هیتر را خاموش کنید. هیتر-همزن را بردارید و اجازه بدید تا مخلوط واکنش برای مدت ۱۰ دقیقه خنک شود. سپس مخلوط واکنش را در داخل کریستالیزور که محتوی آب سرد است قرار دهید و اجازه دهید برای مدت ۱۰ دقیقه دیگر باقی بماند.
۷. یک دستگاه برای صاف کردن تحت شرایط خلا با استفاده از قیف بوخنر، کاغذ صافی و یک ارلن خلاء سوار کنید که با یک گیره به پایه متصل شده‌اند. (شکل ۲) کارتی که روی آن HELP نوشته شده است را بالا ببرید. مسئول آزمایشگاه نزد شما خواهد آمد و به شما نشان خواهد داد که چگونه ارلن خلاء را به خلاء متصل کنید.



شکل ۲. شکل دستگاه برای صاف کردن به کمک خلاء

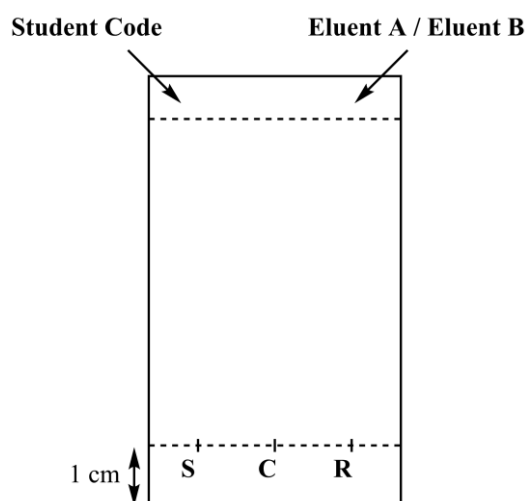
۸. کاغذ صافی را با آب مرطوب کنید و مطمئن شوید که تمام سوراخ‌های قیف بوخنر را پوشانده است.
۹. سوسپانسیونی که از محصول بدست آمده است را روی قیف بوخنر بریزید و خلاء را اعمال کنید. محصول جامد را به طور کامل با آب دیونیزه بشوید. (حداقل 4×20 mL)
۱۰. اجازه دهید هوا به مدت ۵ دقیقه از محصول عبور کند تا محصول خشک شود. خلاء را جدا کنید. با استفاده از اسپاتول به مقدار یک نوک اسپاتول از محصول را در یک ظرف نمونه قهوه‌ای رنگ شیشه‌ای به حجم 1.5 mL بریزید که روی آن علامت C وجود دارد. درب ظرف را ببندید و آن را برای بخش III آزمایش کنار بگذارید.
۱۱. تمام محصول جامد باقیمانده را در یک ارلن 50 mL که دهانه آن رداژدار است بریزید.
۱۲. محلول زیر صافی را به داخل ظرف دورریز "Organic waste" بریزید و قیف بوخنر و ارلن خلاء را با اتانول و آب بشوید. دورریز اتانول را داخل ظرف دورریز بریزید.

II. متبلور کردن محصول

۱. مقدار 9 mL از آب و 21 mL از اتانول را با هم مخلوط کنید.
۲. محصولی که در ارلن 50 mL با دهانه رداژدار ریختید را با مقدار مناسبی از مخلوط آب و اتانول که در اختیار دارید متبلور کنید. برای این منظور از همان دستگاهی که برای رفلکس سوار کرده بودید استفاده کنید (شکل ۱). کارتی که روی آن HELP نوشته شده است را بالا ببرید. مسئول آزمایشگاه نزد شما خواهد آمد، آب را باز کرده و هیتر-همزن را برای شما تنظیم می‌کند. میتوانید حلال را از بالای مبرد اضافه کنید.
۳. بعد از اینکه محصول متبلور شد برای جمع‌آوری محصول از همان روش کاری که قبلاً داده شد (I.7 تا I.10) استفاده کنید. با استفاده از اسپاتول کوچک، به مقدار یک نوک اسپاتول از محصول متبلور شده را در یک ظرف نمونه قهوه‌ای رنگ شیشه‌ای به حجم 1.5 mL بریزید که روی آن علامت R وجود دارد. درب ظرف را ببندید و آن را برای بخش III آزمایش کنار بگذارید.
۴. محصول خالص شده را در ظرف نمونه که از قبل وزن شده و کد دانش‌آموزی شما روی آن ثبت شده است بریزید. درب ظرف را ببندید.
۵. محلول زیر صافی را در ظرف دورریز "Organic waste" بریزید و کارتی که روی آن HELP نوشته شده است را بالا ببرید. مسئول آزمایشگاه نزد شما خواهد آمده و آب مبرد را می‌بندد.

III. آنالیز TLC

۱. تانک TLC را آماده کنید. حلال A را به ارتفاع تقریبی 0.5 cm داخل آن بریزید. روی آن را با یک ظرف پتری (شیشه شیشه ساعت) بپوشانید. صبر کنید تا هوای داخل تانک با حلال اشباع شود.
۲. نمونه‌ها را آماده کنید. به شما یک نمونه از ۴-نیتروبنزالدهید در یک ظرف شیشه‌های قهوه‌ای رنگ داده شده است که روی آن علامت **TLC standard** وجود دارد. (در TLC با S نشان داده می‌شود). شما همچنین مقدار کمی از محصول قبل از تبلور (ظرف C) و محصول بعد از تبلور (ظرف R) را در دو ظرف شیشه‌ای قهوه‌ای رنگ قبلاً کنار گذاشته‌اید. به هر کدام از ظرف‌ها در حدود 1 mL از اتانول اضافه کنید تا حل شوند.
۳. پلیت TLC را آماده کنید. با استفاده از مداد به دقت خط شروع را (یک سانتی‌متر بالاتر از پایین پلیت) رسم کنید و جاهایی که می‌خواهید ۳ نمونه مورد نظر را قرار دهید با مداد علامت بزنید. آن‌ها را همانطور که در شکل ۳ نشان داده شده است با علامت‌های S (ماده اولیه)، C (محصول قبل از تبلور) و R (محصول متبلور شده) مشخص کنید. در بالا و سمت چپ پلیت کد دانش‌آموزی خود را بنویسید. حلالی که استفاده می‌کنید را در بالا و سمت راست پلیت بنویسید. (حلال A و یا حلال B که بعداً استفاده می‌کنید). نمونه‌ها را با استفاده از لوله موئین روی پلیت قرار دهید.



شکل ۳ آماده کردن پلیت TLC

۴. آنالیز TLC را انجام دهید. با استفاده از پنس، پلیت TLC را داخل تانک TLC قرار دهید و روی آن را با ظرف پتری بپوشانید. اجازه دهید تا حلال تقریباً به فاصله 1 cm از بالای پلیت برسد. پلیت را با استفاده از پنس خارج کنید و مرز حلال را با مداد خط بکشید و اجازه دهید تا پلیت خشک شود.
۵. پلیت TLC را ظاهر کنید. پلیت TLC را زیر لامپ UV بگیرید که روی میز مشترک قرار دارد. با استفاده از مداد دور همه لکه‌هایی که دیده می‌شوند دایره بکشید.
۶. حلال‌ها را در ظرف دورریز "Organic waste" بریزید.
۷. مراحل ۱، ۳، ۴، ۵، و ۶ را با حلال B تکرار کنید.
۸. پلیت‌ها را در کیف پلاستیکی که کد دانش‌آموزی شما روی آن ثبت شده است قرار دهید.

نتایج شما در آنالیز TLC (شماهای زیر را با نتایج خودتان کامل کنید). شماهای زیر بعد از کامل شدن، در پاسخ دادن به پرسش‌های داده شده کمک می‌کند. به شماهای زیر نمره‌ای تعلق نمی‌گیرد.

Eluent A	Eluent B
S C R	S C R

در پایان آزمایش، سرپرست آزمایشگاه موارد زیر را از شما تحویل می‌گیرد:

- ظرف نمونه شیشه‌ای که **کد دانش‌آموزی** شما روی آن ثبت شده است و شامل محصول متبلور شده است؛
- پلیت‌های TLC با علامت‌های **A** و **B** در کیف پلاستیکی که **کد دانش‌آموزی** شما روی آن ثبت شده است.

Submitted items	
Recrystallized product	☐
TLC plate A	☐
TLC plate B	☐
Signatures Student Lab Supervisor	

پرسش‌ها

۱. ساختاری برای محصول آلی نهایی که از واکنش ۴-نیتروبنزالدهید و Oxone® بدست می‌آید پیشنهاد کنید.

۲. براساس نتایج آنالیز TLC به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

- کدام حلال برای دنبال کردن پیشرفت واکنش مناسب‌تر است؟

☐ A	☐ B
----------------------------	----------------------------

- محصول قبل از تبلور (C) دارای مقادیر جزئی از ۴-نیتروبنزالدهید است.

☐ True	درست	☐ False	غلط
-------------------------------	------	--------------------------------	-----

-

- محصول متبلور شده (R) دارای مقادیر جزئی از ۴-نیتروبنزالدهید است.

☐ True	درست	☐ False	غلط
-------------------------------	------	--------------------------------	-----

Problem P2 14% of total	Question	Calibration	Iron determination	P2.1	P2.2	P2.3	Stoichiometry determination	P2.4	P2.5	Total
	Points	10	6	3	4	3	9	3	2	40
	Score									

آزمایش P2. عصر آهن شراب

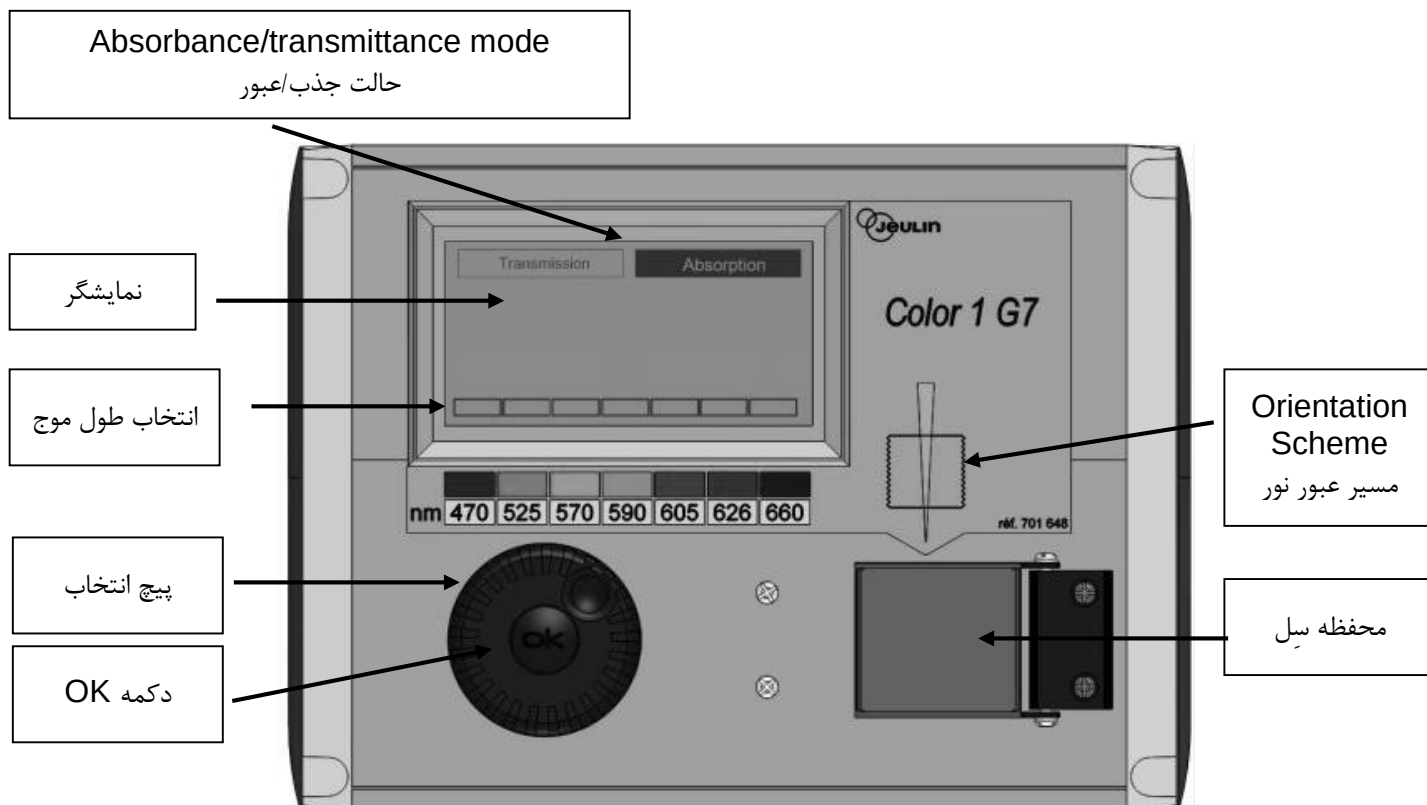
آهن عنصری است که به طور طبیعی در شراب وجود دارد. وقتی غلظت آن از 10 تا 15 میلی گرم بر لیتر بیشتر باشد، اکسید شدن آهن (II) به آهن (III) ممکن است با تشکیل رسوب باعث افت کیفیت شراب شود. بنابراین لازم است میزان آهن موجود در شراب طی فرایند تولید آن بررسی شود.

با توجه به غلظت بسیار پایین گونه های آهن، کمپلکس رنگی آهن (III) با لیگاند تیوسیانات SCN^- برای تعیین مقدار آهن از طریق اندازه گیری های طیف نورسنجی (اسپکتروفوتومتری) به کار می رود.

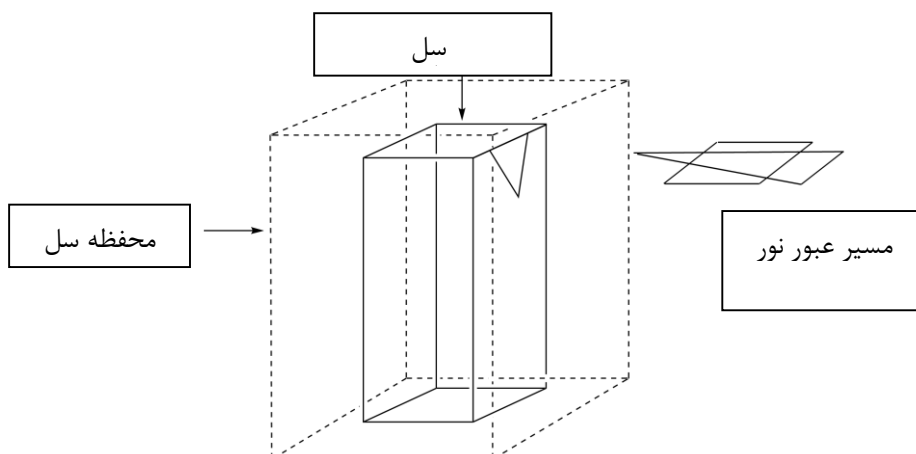
کاری که باید انجام دهید، تعیین غلظت کلی آهن در نمونه داده شده شراب سفید با استفاده از اسپکتروفوتومتری و همچنین تعیین استوکیومتری کمپلکس تیوسیانات با آهن (III) است.

هشدار

- در این آزمایش، دو محلول آهن (III) و دو محلول پتاسیم تیوسیانات با غلظت های مختلف به شما داده می شود. دقت کنید که محلول ها را با هم اشتباه نگیرید.
- پس از آماده شدن محلول ها برای اندازه گیری های اسپکتروفوتومتری، جذب آنها را حداکثر تا یک ساعت بعد از اضافه کردن تیوسیانات ثبت کنید.
- برای استفاده از رنگ سنج (colorimeter)، کارت HELP را بالا ببرید. یکی از مسؤولان آزمایشگاه یک دستگاه رنگ سنج شماره گذاری شده در اختیارتان می گذارد. تا ۱۵ دقیقه می توانید به طور اختصاصی از این دستگاه استفاده کنید. بعد از پایان کارتان یا تمام شدن وقت ۱۵ دقیقه ای، مسؤول آزمایشگاه دستگاه را از شما پس می گیرد. اگر در لحظه ای که تقاضا می کنید هیچ رنگ سنجی آزاد نباشد، در نوبت قرار می گیرید.
- دستورالعمل استفاده از رنگ سنج در صفحه بعد داده شده است.
- در این مسأله فقط سه بار می توانید تقاضای رنگ سنج کنید.



- رنگ سنج را روشن کنید.
- بررسی کنید که دستگاه در حالت جذب (Absorbance) باشد و اگر نبود پیچ انتخاب را بچرخانید تا یک خطچین دور Absorbance ظاهر شود و سپس دکمه OK را فشار دهید.
- پیچ انتخاب را بچرخانید تا یک کادر در طول موج مورد نظر (470 nm) ظاهر شود. دکمه OK را فشار دهید.
- سل را تا ارتفاع تقریبی 3 cm با محلول شاهد پر کنید و در محفظه دستگاه قرار دهید. به جهت قرار دادن سل (با توجه به مسیر عبور نور که با فلش زرد رنگ مشخص شده) دقت کنید (شکل زیر را ببینید) و سل را تا بیشترین حد ممکن به پایین فشار دهید. در محفظه را ببندید.
- پیچ انتخاب را بچرخانید یک خطچین دور Absorbance ظاهر شود و دکمه OK را فشار دهید. با استفاده از پیچ انتخاب Calibration را انتخاب کنید و دکمه OK را فشار دهید.
- صبر کنید تا نمایشگر عدد 0.00 (یا -0.00) را نشان دهد.
- سل را تا ارتفاع تقریبی 3 cm با محلول مورد آزمایش پر کنید و در محفظه قرار دهید. در محفظه را ببندید.
- مقدار جذب را بخوانید.



I. تعیین مقدار آهن در شراب

در این بخش، به محلول آهن (III) 0.000200 M و محلول پتاسیم تیوسیانات 1 M نیاز خواهید داشت.

روش کار

با توجه به جدول زیر، حجم‌های مورد نیاز از هر محلول را به لوله‌های آزمایش اضافه کنید و ۶ لوله آزمایش را آماده کنید.

Tube #	1	2	3	4	5	6
محلول آهن (III) 0.000200 M	1.0 mL	2.0 mL	4.0 mL	6.0 mL		
محلول پرکلریک اسید 1 M	1.0 mL	1.0 mL	1.0 mL	1.0 mL	1.0 mL	1.0 mL
شراب					10.0 mL	10.0 mL
محلول هیدروژن پراکسید					0.5 mL	0.5 mL
آب دیونیزه	9.5 mL	8.5 mL	6.5 mL	4.5 mL		1.0 mL

۱. در لوله را ببندید و با تکان دادن محلول را همگن کنید.

۲. به لوله‌های آزمایش شماره ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ مقدار 1.0 mL محلول پتاسیم تیوسیانات 1 M اضافه کنید. به لوله ۶ اضافه نکنید. در لوله را ببندید و با تکان دادن محلول را همگن کنید.

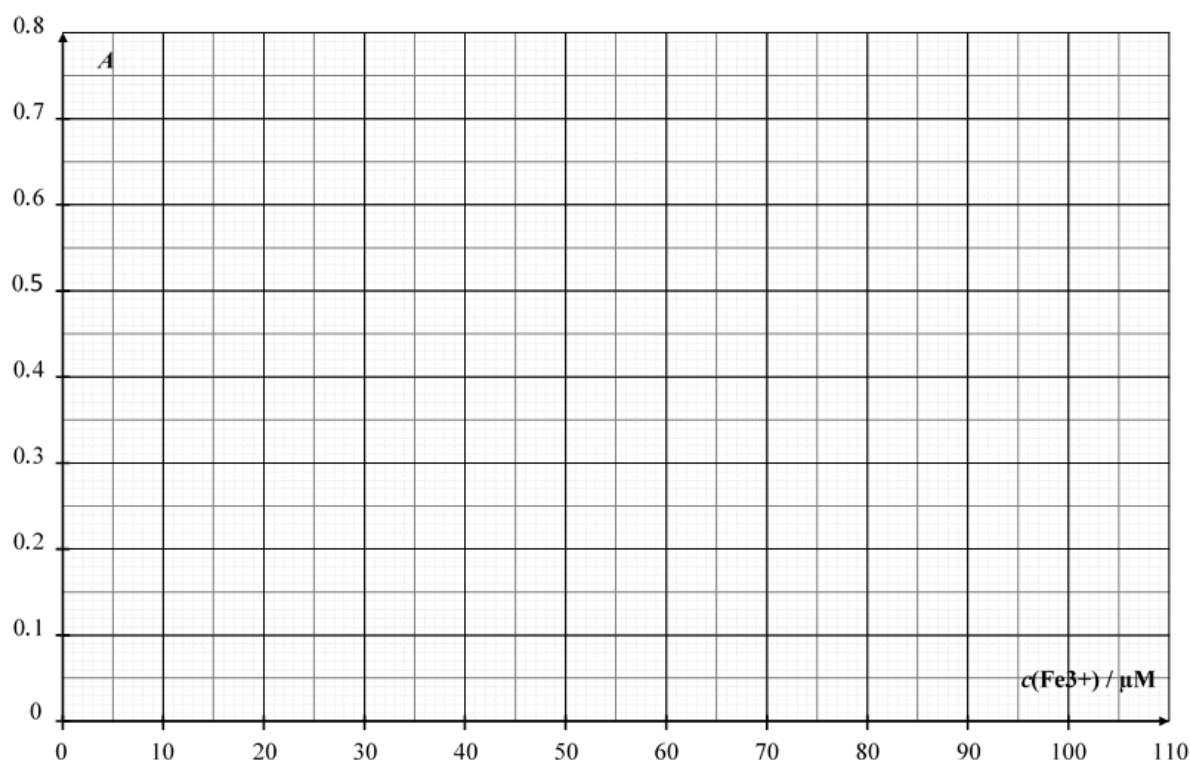
۳. وقتی همه لوله‌ها آماده شد، کارت HELP را بالا بگیرید تا یک دستگاه رنگ‌سنج از مسؤول آزمایشگاه تحویل بگیرید.

۴. با استفاده از روشی که قبلاً توضیح داده شد، رنگ‌سنج را آماده کنید (صفحه ۱۹ را ببینید). طول موج را در 470 nm تنظیم کنید. از آب دیونیزه به‌عنوان محلول شاهد استفاده کنید.

۵. در این طول موج جذب هر یک از لوله‌ها (۱ تا ۶) را ثبت کنید. نتایج را در جدول زیر گزارش کنید. برای برگرداندن رنگ‌سنج کارت HELP را بالا ببرید.

لوله #	1	2	3	4	5	6
جذب (در 470 nm)						
Analytical concentration of Fe^{3+} in the tube $c(\text{Fe}^{3+}) / \mu\text{M}$ غلظت تجزیه‌ای Fe^{3+} در لوله	16	32	64	96		
کد رنگ‌سنج						

۱. جذب A لوله‌های 1 تا 4 را برحسب غلظت تجزیه‌ای Fe^{3+} در لوله آزمایش رسم کنید.



• در جدول زیر داده‌هایی که می‌خواهید برای منحنی کالیبراسیون خود استفاده کنید را علامت بزنید.

Tube #	1	2	3	4
مقدار جذب مورد استفاده برای منحنی کالیبراسیون				

۲. با استفاده از نمودار بالا و داده‌هایی که انتخاب کرده‌اید، خط مستقیم مربوط به کالیبراسیون را در نمودار رسم کنید و غلظت تجزیه‌ای Fe^{3+} در لوله 5 را (برحسب $\mu\text{mol L}^{-1}$) تعیین کنید.

غلظت تجزیه‌ای $c(\text{Fe}^{3+})_{\text{TUBE 5}} =$ _____ $\mu\text{mol L}^{-1}$

اگر نتوانستید $c(\text{Fe}^{3+})$ را محاسبه کنید، می‌توانید در ادامه مسأله از مقدار $c(\text{Fe}^{3+}) = 50 \mu\text{mol L}^{-1}$ استفاده کنید.

۳. غلظت جرمی آهن در شراب سفید مورد بررسی را برحسی میلی گرم بر لیتر محاسبه کنید.

$C_{\text{m}}(\text{iron}) =$ _____ mg L^{-1}

II. تعیین استوکیومتری کمپلکس

در این بخش به محلول آهن(III) 0.00200 M و محلول پتاسیم تیوسیانات 0.00200 M نیاز خواهید داشت.

روش کار

در بخش I این مسأله از رنگ کمپلکس آهن(III)-تیوسیانات برای تعیین غلظت آهن در نمونه شراب استفاده کردیم. هدف بخش II، بررسی استوکیومتری کمپلکس $[\text{Fe}_a(\text{SCN})_b]^{(3a-b)+}$ است (کتوردیناسیون آب نشان داده نشده است)، و a و b اعداد صحیح کوچکتر یا مساوی 3 هستند.

در این بخش محلول‌های آبی زیر به شما داده شده است:

- محلول آهن(III) 0.00200 M (اسیدی شده): 80 mL
- محلول پتاسیم تیوسیانات 0.00200 M : 80 mL

علاوه بر آن، وسایل زیر نیز در اختیار شما قرار داده شده است: لوله آزمایش (با درپوش که می‌توانید آنها را بشویید و خشک کنید)، پیپت‌های مدرج، یک سل اسپکتروفوتومتر، یک دستگاه رنگ‌سنج (در هنگام درخواست شما) و دیگر وسایل روی میزتان که مفید می‌دانید.

۱. در جدول زیر حجم‌هایی که برای تعیین استوکیومتری کمپلکس با اندازه‌گیری اسپکتروفوتومتری نیاز دارید را بنویسید. پر کردن همه ستون‌ها اجباری نیست. کسر مولی آهن(III) در هر لوله را با استفاده از فرمول زیر محاسبه کنید.

$$x(\text{Fe}^{3+}) = \frac{V_{\text{Fe(III)}}}{V_{\text{Fe(III)}} + V_{\text{SCN}^-}}$$

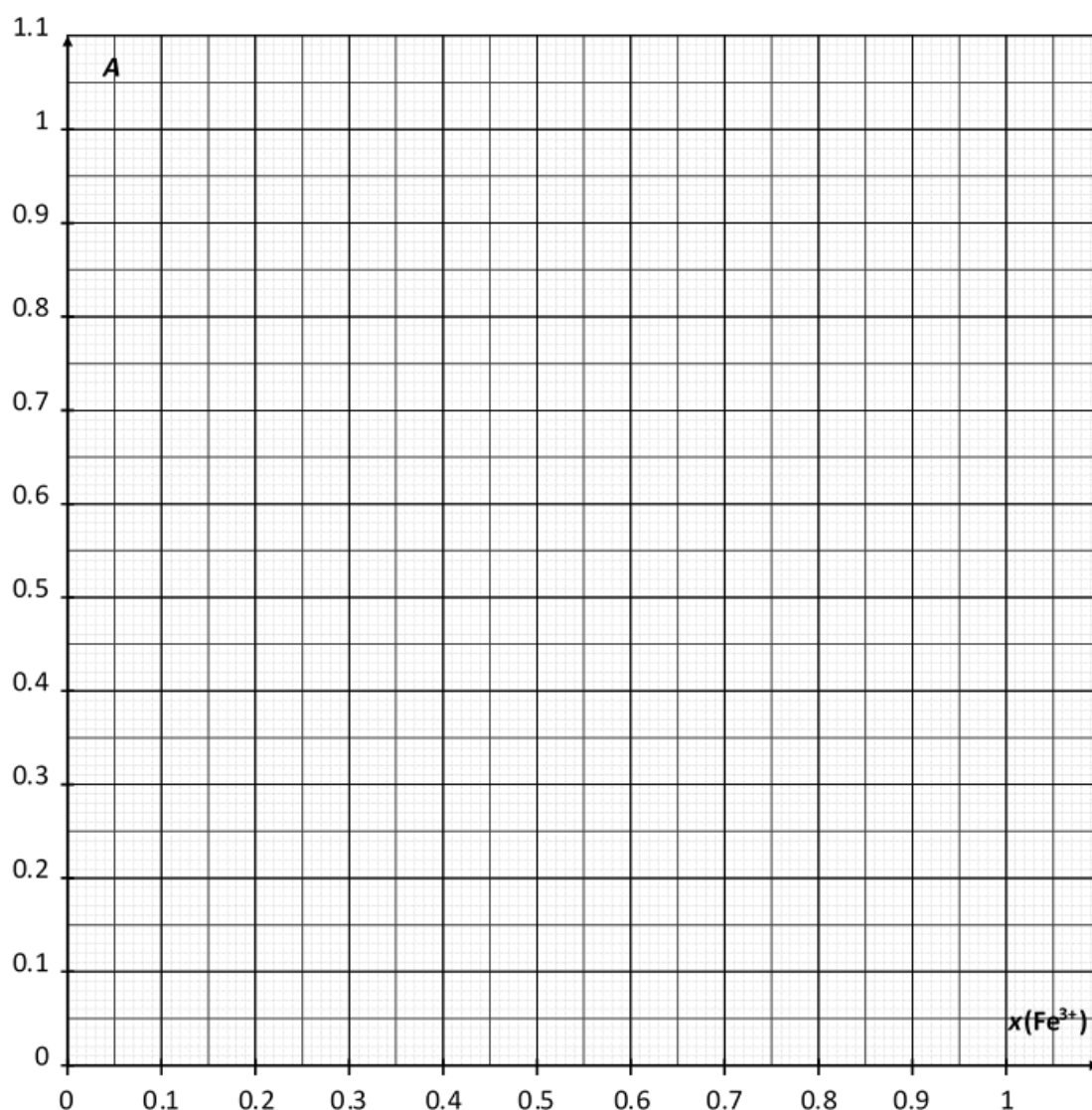
Tube #	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Volume of 0.00200 M iron(III) solution $V_{\text{Fe(III)}} / \text{mL}$									
Volume of 0.00200 M potassium thiocyanate solution $V_{\text{SCN}^-} / \text{mL}$									
Molar fraction in iron(III) $x(\text{Fe}^{3+})$ کسر مولی									
Absorbance (at 470 nm) جذب									
کد دستگاه رنگ‌سنج									

۲. لوله‌ها را آماده کنید. وقتی همه لوله‌ها آماده شد، کارت HELP را بالا بگیرید تا یک دستگاه رنگ‌سنج از مسؤول آزمایشگاه تحویل بگیرید.

۳. با استفاده از روشی که قبلاً توضیح داده شد، رنگ‌سنج را آماده کنید (صفحه ۱۹ را ببینید). طول موج را در 470 nm تنظیم کنید. از آب دیونیزه به‌عنوان محلول شاهد استفاده کنید.

۴. در این طول موج جذب هر یک از لوله‌ها را ثبت کنید. نتایج را در جدول زیر گزارش کنید.

۴. جذب A لوله‌ها را بر حسب کسر مولی آهن (III) $x(\text{Fe}^{3+})$ رسم کنید.



۵. براساس نتایج آزمایش‌هایی که انجام دادید، استوکیومتری کمپلکس $[\text{Fe}_a(\text{SCN})_b]^{(3a-b)+}$ را تعیین کنید.

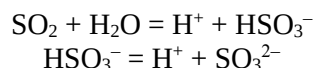
$a =$ _____

$b =$ _____

Problem P3 13% of total	Question	Titration I	Titration II	Titration III	P3.1	P3.2	P3.3	P3.4	P3.5	Total
	Points	10	10	8	4	4	2	2	2	42
	Score									

آزمایش P3. نگهداری شراب

گوگرد دی اکسید SO_2 به عنوان ماده نگهدارنده شراب استفاده می شود. وقتی SO_2 به شراب اضافه می شود، می تواند با آب واکنش کند و یون های بی سولفیت HSO_3^- و پروتون H^+ تولید کند. به علاوه ممکن است بی سولفیت پروتون دوم را از دست دهد و به سولفیت SO_3^{2-} تبدیل شود.



این سه شکل مختلف گوگرد دی اکسید در آب می توانند با مواد شیمیایی موجود در شراب مانند استالدهید، رنگدانه ها، قندها و ... واکنش کنند و محصولات P را تشکیل دهند. غلظت کلی گوگرد دی اکسید با مجموع غلظت فرم های «آزاد» (SO_2 ، HSO_3^- و SO_3^{2-}) و P برابر است.

غلظت ماده نگهدارنده قانونمند است، زیرا سولفیت ها و گوگرد دی اکسید ممکن است برای برخی اشخاص مضر باشند. در اتحادیه اروپا، حداکثر غلظت گوگرد دی اکسید کل برای شراب قرمز 100 mg L^{-1} و برای شراب سفید یا شراب rosé 150 mg L^{-1} تعیین شده است. کاری که باید انجام دهید تعیین غلظت کل گوگرد دی اکسید در نمونه داده شده شراب سفید با استفاده از تیتراسیون یدومتری است.

روش کار

۱. استاندارد کردن محلول سدیم تیوسولفات

۱. یک نمونه تقریباً 100 میلی گرمی از پتاسیم یدات خالص KIO_3 به شما داده شده است. جرم دقیق روی برجسب ظرف شیشه ای مربوطه نوشته شده است. آن را در جدول زیر گزارش کنید.

۲. در یک بالن ژوژه 100 mL، با استفاده از نمونه پتاسیم یدات جامد و آب دیونیزه، مقدار 100 mL محلول پتاسیم یدات تهیه کنید. این محلول را S می نامیم.

۳. در یک ارلن مایر 100 mL، محلول های زیر را اضافه کنید:

- 20 mL محلول S با استفاده از یک پیپت حجمی؛
- 5 mL محلول پتاسیم یدید (0.5 M) با استفاده از یک استوانه مدرج 5 mL؛
- 10 mL محلول سولفوریک اسید (2.5 M) با استفاده از یک استوانه مدرج 10 mL.

۴. ارلن مایر را به صورت چرخشی با احتیاط تکان دهید، در آن را با پارافیلیم بپوشانید و حداقل به مدت پنج دقیقه آن را در کمد خود نگهداری کنید.

۵. با کمک یک بشر، بورت را با محلول تیوسولفات داده شده پر کنید. محتویات ارلن مایر را با تکان دادن مداوم تیتتر کنید. وقتی که مایع به رنگ زرد کم رنگ درآمد، ده قطره محلول چسب نشاسته اضافه کنید و تیتتر کردن را ادامه دهید تا محلول بی رنگ شود. حجم تیتراسیون (V_1) را ثبت کنید.

۶. این فرایند (مراحل ۳ تا ۵) را به تعداد دفعات لازم تکرار کنید.

جرم پتاسیم یدات (مقدار روی برچسب را گزارش کنید)	
n° شماره آزمایش	V_1 / mL
1	
2	
3	
V_1 / mL مقدار گزارش شده	

II. استاندارد کردن محلول ید

- با یک پیپت حجمی، مقدار 25 mL از محلول ید که با I_2 علامت گذاری شده را به ارلن مایر 100 mL انتقال دهید.
- محتویات ارلن مایر را با محلول سدیم تیوسولفات تیترو کنید. وقتی محلول به رنگ زرد کم رنگ درآمد، ده قطره محلول چسب نشاسته اضافه کنید و تیترو کردن را ادامه دهید تا محلول بی رنگ شود. حجم تیتراسیون (V_2) را ثبت کنید.
- این فرایند (مراحل ۱ تا ۲) را به تعداد دفعات لازم تکرار کنید.

n° شماره آزمایش	V_2 / mL
1	
2	
3	
V_2 / mL مقدار گزارش شده	

III. تعیین مقدار کل گوگرد دی اکسید

۱. با استفاده از یک پیپت حجمی مقدار 50 mL شراب را به داخل یک ارلن مایر 250 mL انتقال دهید.
۲. با استفاده از یک استوانه مدرج 25 mL مقدار 12 mL از محلول سدیم هیدروکسید (1 M) را اضافه کنید. در ظرف را با پارافیلیم بپوشانید، محتویات آن را به صورت چرخشی تکان دهید و حداقل به مدت ۲۰ دقیقه آن را در جایی نگهدارید.
۳. 5 mL از محلول سولفوریک اسید (2.5 M) و تقریباً 2 mL محلول چسب نشاسته را با استفاده از یک پیپت پلاستیکی (قطره چکانی) اضافه کنید.
۴. محتویات ارلن مایر را با استفاده از محلول ید موجود در بورت تیترو کنید تا رنگ تیره‌ای ظاهر شود و حداقل به مدت 15 ثانیه ثابت بماند. حجم تیتراسیون (V_3) را ثبت کنید.
۵. این فرایند (مراحل ۱ تا ۴) را به تعداد دفعات لازم تکرار کنید.

n° شماره آزمایش	V_3 / mL
1	
2	
3	
V_3 / mL مقدار گزارش شده	

پرسش‌ها

۱. معادلات موازنه‌شده تمام واکنش‌هایی را که در مرحله استاندارد کردن محلول سدیم تیوسولفات انجام می‌شود، بنویسید.

۲. غلظت مولی محلول سدیم تیوسولفات را محاسبه کنید. جرم مولی پتاسیم یدات $M(\text{KIO}_3) = 214.0 \text{ g mol}^{-1}$ است.

$c(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mol L}^{-1}$ غلظت

اگر نتوانستید $c(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})$ را محاسبه کنید، می‌توانید در ادامه مسأله از مقدار $c(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 0.0500 \text{ mol L}^{-1}$ استفاده کنید.

۳. غلظت مولی محلول ید را محاسبه کنید.

$$c(I_2) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mol L}^{-1}$$

اگر نتوانستید $c(I_2)$ را محاسبه کنید، می‌توانید در ادامه مسأله از مقدار $c(I_2) = 0.00700 \text{ mol L}^{-1}$ استفاده کنید.

۴. معادله واکنش بین ید (I_2) و گوگرد دی‌اکسید (SO_2) را، با این فرض که گوگرد دی‌اکسید به یون‌های سولفات (SO_4^{2-}) اکسید شود، بنویسید.

۵. غلظت جرمی کلی گوگرد دی اکسید در شراب را بر حسب میلی گرم بر لیتر محاسبه کنید. جرم مولی گوگرد دی اکسید $M(\text{SO}_2)$ 64.1 g mol^{-1} است.

$$C_m(\text{SO}_2) = \text{غلظت جرمی} \quad \text{mg L}^{-1}$$

Incident #	Student signature امضای دانش آموز	Lab supervisor signature امضای سرپرست آزمایشگاه
1 (no penalty)		
2		
3		
4		
5		