ÁĝÿÆĝ

Θy‖ Ǵ\ Ū‖Ʒ ÁăØƬĝ Ơsźɛ ΘłɆĵł ÛɆØƠł ǴgY yⅡš ƷY ÁĵƠƘ\‖ ÁźKⅡźɛ ƠØĂØt KHⅡơ Ǵ\ ƷƋ ƷŃNJf .Ơsł ǴĵəKź ׀ źłƶəł ƐĵŁ ÁĽƋ ǪĵsǾsŃ€ł Ɛ\ ǴŨǪ\ ÛyⅡtÁĝ ŘĵUĝ łƷ ÁƬăs ǻKgkƋ ΘKⅡØ€Ɛơ ɛł Áūƶƹ\ ׀ U\ .(Ĥ) yǧYÁĝ Ɛ́Øŭơ łƷ ƷƋ p YƷłzūÁĝ YłŃĝ ÛyⅡYƐūÁĝ ÁüØⅡĂ kƋ ƷY ÁūYŃĽƋ YK]źł ƤŰĶ\ Ǵt ÁĽƋ YƷŃĝ ÁĔŰⅡKƟ p ÁĝūŭDž ΘƷŃDž Ǵ\ Ǵt yⅡ]sǧ ÁźKØƷØ‖ ǻłɛŪⅡƷ njØƬĝ Ǵ\ ÁĔŰⅡƷ ǻKgkĸsř ǴØĝUơ .(ĥ) yⅡƐØūÁĝ ƷłƐźƋ ⅆYKĂ]sł ƷĸⅡÁĔŰⅡƷ ƠØǧKĝ ŘØĺY Ǵ\ KgŪⅡƷ łƐźɛ ÛƠsł t’ KⅡƐăƟ ÛƠsźɛ KgkƋ ƷpƷY Ǵ\ ƷŃⅡ ƵŃĂⅡ ɛł Û(Č) ⅆYŃ\ ǻƐǧKÔ ǻKgⅆyⅆźèƋ ɛł ǻKgyⅆźłƐə ƐźĸS p ɀⅡsŃĝə ǻKgyⅆźłƐə p yⅆtÁĝ ǻƐØūŃĝΣ ¡(ĥħpĎ) yⅆźĸƷŭÆĝ ŘĵUĝ łƷ ƷźźƋⅆ ΘKØf Ǵ\ NjŃ\Ɛĝ ÆŰźtĻŃĺŃØ\ ǴÆăⅆĝ ƷY YŃΣŃĝ ƷŃĝə p ƷŃə ÛƷKØǧKĝ ǻłɆ\ yⅡHŃơÁĝ ĵØⅆšĝǪ ĵźłƐ]Kⅆ\ .(Ĭ) y‖\ ÁƵs p łɛ ׀ HΣ ÛłɛƷĸĂƐs kĸsř ǴØĝUơ ǻƷpƐlj ⅆyƲƐźƶř ǻKgkƋ Ǵ\ ǴØĝUơ ɛł ׀ Øř KgⅆyⅆźèƋ ĵźł ÙzfⅆźKØƷØ‖ŃŰźɛØə p ÆźKØƷØ‖ ÛÆŰźɛØə Yyŭĝ ǻKgyⅆźłƐə ɛł ƷŃⅆtKơ ÛÁⅡŃź ğYKⅆơ ÛyⅆtÁⅆ‖ ÁəKDž ÛÁźKØƷØ‖ YKźĒüⅡ Û ł ØsƐơ yⅡKĝ ÁźKØƷØ‖ ÙzfÛ(ĭ) (ÁƬăs kƵΣ) ğKüə ĵ]Ɛt ǻpƷ Ɛ\ kzΣ ¡(Ī) ƷţpƷyǧ yǾsłƐř ÛƷɛł ÛƐǪt yⅡKĝ ⅆyⅆtyǾsłł ĸĝiŃŰ Ⅺ p 2 ŃŰüĝ ɛƷsł p ƷŃǾsłƐǪǪǾəŃⅡKⅡ yⅡKĝ ÁźKł Ű ǻKgyⅆźłƐə ⅆYKĂ]sł kĸsř ɛł ŪⅡƷ ÙzfƠHΣ ÁŰźţŃĺŃØ\ Ǵźɛ]ơ yⅆźłƐə KĝtÛyƵƷÁĝ ĝŃ .(ī) Ơsł ⅆy‖ ƷłɛƷł ÁŰźţŃĺŃØ\ ǻKgpƷ ĵźł ǴšƐūł. yⅆ]sǧ Ǵⅆźgɛřp ÆəKtKⅡ ł ǪŰł ÛyⅆƐĵŃĝƐǾŰ ÁŰⅡƷ ǻKgkÊljKə ł ǪŰł ǻłɆ\ Kĝt yHⅆYKƵ p ǻłɆ\ Ûĵǻźŕ ÁŰźţŃĺŃØ\ Ǵźɛ]ơ OØǪ\Kă ɛ\ ⅆpÊŰ KgŪⅡƷ łɆźɛ Ǵ\ Ɛ]ⅆĝ p yⅆ]sǧ ÆŽƶ ÛyⅆźłƐə ƷY ⅆYKĂ]sł YƷŃĝ ǻKgǪsǾⅡūƷł p ƷŃǾsłyǾsłł ǻKgyⅆźłƐə. (Ĭ-ĤĤ) yⅡYƐūÁĝ ĵ]ĺ ƷyⅡ ǪǾ]ƬĸÁĝ ÆŏǪǪŰ ĵ]ĺ ÆźK ł Ű ǻKgyⅆźłƐə Kĝt ÛyⅆⅡsKĝ ÁźK ł Ű ǻKgyⅆźłƐə ƷŃǾsłyǾsłł p pƷ p Ơsł ŘŪ ł ğ ƷƋ ŭəY Ǵt yⅆtÁĝ yǾKŃơ ÆơKǾǪŽŰ ǻKgǴⅆźzg ł ǪŰł Ǵ]əƐ ł Øř ƷŃǾsłyǾsłł p ÆźKØƷØ‖ .(ĤĤ) yⅆƵHYƐ\ ƷY Æźè€\

ǴØĂdžơ ƠHΣ ÆźKØƷØ‖ŃŰźɛØə p ÆźKØƷØ‖ ÛÆŰźɛØə Yyŭĝ ǻKgyⅆźłƐə ɛł ƷŃⅆtKơ ÛÆⅡŃź ğYKⅆơ ÛyⅆtÁⅆ‖ ÁəKDž ÛÆźKØƷØ‖ YKźĒüⅡ Û ł ØsƐơ yⅡKĝ ÁźKØƷØ‖ ÙzfÛ(ĭ) (ÁƬăs kƵΣ) ğKüə ĵ]Ɛt ǻpƷ Ɛ\ kzΣ ¡(Ī) ƷţpƷyǧ yǾsłƐř ÛƷɛł ÛƐǪt yⅡKĝ ⅆyⅆtyǾsłł ĸĝiŃŰ Ⅺ p 2 ŃŰüĝ ɛƷsł p ƷŃǾsłƐǪǪǾəŃⅡKⅡ yⅡKĝ ÁźKł Ű ǻKgyⅆźłƐə ⅆYKĂ]sł kĸsř ɛł ŪⅡƷ ÙzfƠHΣ ÁŰźţŃĺŃØ\ Ǵźɛ]ơ yⅆźłƐə Kĝt ÛyƵƷÁĝ ĝŃ .(ī) Ơsł ⅆy‖ ƷłɛƷł ÁŰźţŃĺŃØ\ ǻKgpƷ ĵźł ǴšƐūł. yⅆ]sǧ Ǵⅆźgɛřp ÆəKtKⅡ ł ǪŰł ÛyⅆƐĵŃĝƐǾŰ ÁŰⅡƷ ǻKgkÊljKə ł ǪŰł ǻłɆ\ Kĝt yHⅆYKƵ p ǻłɆ\ Ûĵǻźŕ ÁŰźţŃĺŃØ\ Ǵźɛ]ơ OØǪ\Kă ɛ\ ⅆpÊŰ KgŪⅡƷ łɆźɛ Ǵ\ Ɛ]ⅆĝ p yⅆ]sǧ ÆŽƶ ÛyⅆźłƐə ƷY ⅆYKĂ]sł YƷŃĝ ǻKgǪsǾⅡūƷł p ƷŃǾsłyǾsłł ǻKgyⅆźłƐə. (Ĭ-ĤĤ) yⅡYƐūÁĝ ĵ]ĺ ƷyⅡ ǪǾ]ƬĸÁĝ ÆŏǪǪŰ ĵ]ĺ ÆźK ł Ű ǻKgyⅆźłƐə Kĝt ÛyⅆⅡsKĝ ÁźK ł Ű ǻKgyⅆźłƐə ƷŃǾsłyǾsłł p pƷ p Ơsł ŘŪ ł ğ ƷƋ ŭəY Ǵt yⅆtÁĝ yǾKŃơ ÆơKǾǪŽŰ ǻKgǴⅆźzg ł ǪŰł Ǵ]əƐ ł Øř ƷŃǾsłyǾsłł p ÆźKØƷØ‖ .(ĤĤ) yⅆƵHYƐ\ ƷY Æźè€\

KHⅡơ Yyŭĝ ǻKgźłƐĝ ǴΣŃơ ĵźł ŘǾĺY .(ĤĦ) Ơsł ⅆy‖ ǻƐĝ ł Ø\ ÛØKŭźKĝ ǴØĂdžơ ƷKŰĝł ÛƠsźɛ njØƬĝ K\ ǻƷKŭɛKsƵ ǴĝƷΣ ɛł p pƷ ƷKĝɛ ÛⅆYKsƵ ΘłɆØ]ơ Ûǻɛł yⅡⅆⅆƵ ƠĺŃHsƵ ÛΘłyĝKΣ p KgɛKū Ơsƨ€K\ ǴĝØsⅡY p ƐĝƷt Ĝ] ƒ K\ Æ\]ĺ yØĺŃơ Û(Ĥh) ⅆKơŃt yⅡKĝ ÆźKØƷØ‖ pƐĝŰĺł ǻKgǻţŃĺŃ\Ű ǻpƷ Ɛ\ ΘKĔØĔƬơ ĵźłƐKⅆ\ .(Čċ) ǴūsŃơ Ɛ\ Ɛĝ ł Ø\ Ǵt ǴĝəKź ׀ źłƶəł ÁĽƋ ǻKgⅆyⅆźèƋ Ǵźɛ]ơ ǻłɛ Ű ŘĝłŃŰ p kÊljKə ǴØĂdžơ ǻłɛ\ ǴĝəƐ ł Øř ǻKgǻţŃĺŃØ\ (ƷƨłÛƠźɛĝŃŚØg ÛĺǾsłpƷyØg ǻKggKŰźYⅡƷ) ǻŃã ⅆyⅆtyØsłł YŃ‖ÆĝⅆyØĝKⅡ ƷŃØsłyØsłłpƐĝŰĺł ů p pƷ ĵźł .Ơsł ⅆy‖ ɛtƐƷĝ ƷY YŃΣŃĝ ÆƷs ǻKgⅆyⅆźèƋ ׀ gKt Kź Ǵźɛ]ơ ǻłɛ\ yⅡŃơÆĝ Ǵt ⅆYƐ]sū ƷŃĂ Ǵ\ yⅆźłƐə ĵźł Ǵt ǻƷŃĂ Ǵ\ ÛYpƷ ƷKt Ǵ\ kÊljKə kÊljKə Û(ČĬ)ÆŰKY Û(ČčpČċ)ÆΣKsⅡ kÊljKə ǴØĂdžơ ƷY p (Čē)ŪⅡs ğKŰƶ ǴⅡKƟƷKt Û(ČĒ) ǴⅡKƟǻŃ÷ĝƟƷ Û(ČĩƷKØtKĝ Ǵt y‖ ⅆYƐ\ ƷKt Ǵ\ (ČĚ) ĵəY ŘŢĝ ǴHƐØ‖ ǴØĂdžơ ǻłɛ\ ĵØⅆšĝǪ ŘⅡźĂƷłyĝ Ǵ\ łƷ ⅆyⅆźèƋ YłŃĝ Ơsł HŃơ yⅆźłƐə ĵźł KHⅡơ ǴƷǧ ƷY Ơsł KgƷpƐlŰĺł ǴØĂdžơ ÆǪDžł ŘĝKŰ p pƷ ĵźł ƷY ÛyⅡKsƐ\ ÆĺŃⅡǻ pƐə ǻKgYpƐlŰĺł ĵØ\ ĜØźĒlsĝ ãƐ\ ƷKźΣ ŭⅢĝ Ŧź ɛł ƷƋ ƷY Ǵt ÆŰźƐlŰĺł ƷKźΣ ǻƷłƐəƐ\ K\ .YŃ‖Æĝ ⅆYKĂ]sł ⅆYŃĺƋ kƋ ƷY ǴĝəƷ ğKØs ƷY YŃΣŃĝ ǻKgOⅆpƐlŰĺł Û ĵ Øüĝ ŘØsⅡKĝř ÙÊlƟƠł Ŧź K\ KØf ł p yⅆƋ ƷY ƷŃØsłyØsłł ǻKgׁ ł ⅱtłp p ⅆy‖ Ǵźɛ]ơ KgƷŃźǻ Ǵ\ ɛł ÆĂǪǪUĝ ǻKgƐlĝłƷKř Ǵ\ yⅆźłƐə ƷKĝyⅡƷ .yğYÆĝ Ưƶ yØKt ƷY ÆŰźƐlŰĺł Oźłyğ ÛŘØsⅡKĝř ÙÊlƟƠł ÛpH ÛKgŸpƐlŰĺł ŰŃ‖ ǴĝƷΣ ƷłƷĝ ÛĵźłƐə ğKĝ p ÆəKtKⅡ ł ǪŰł ÛyⅆƐĵŃĝƐǾŰ ÁŰⅡƷ ǻKgkÊljKə ł ǪŰł ǻłɆ\ Kĝt yHⅆYKƵ p ǻłɆ\ Ûĵǻźŕ ÁŰźţŃĺŃØ\ Ǵźɛ]ơ OØǪ\Kă ɛ\ ⅆpÊŰ KgŪⅡƷ łɆźɛ Ǵ\ Ɛ]ⅆĝ p yⅆ]sǧ ÆŽƶ ÛyⅆźłƐə ƷY ⅆYKĂ]sł YƷŃĝ ǻKgǪsǾⅡūƷł p ƷŃǾsłyǾsłł ǻKgyⅆźłƐə. (Ĭ-ĤĤ) yⅡYƐūÁĝ ĵ]ĺ ƷyⅡ ǪǾ]ƬĸÁĝ ÆŏǪǪŰ ĵ]ĺ ÆźK ł Ű ǻKgyⅆźłƐə Kĝt ÛyⅆⅡsKĝ ÁźK ł Ű ǻKgyⅆźłƐə ƷŃǾsłyǾsłł p pƷ p Ơsł ŘŪ ł ğ ƷƋ ŭəY Ǵt yⅆtÁĝ yǾKŃơ ÆơKǾǪŽŰ ǻKgǴⅆźzg ł ǪŰł Ǵ]əƐ ł Øř ƷŃǾsłyǾsłł p ÆźKØƷØ‖ .(ĤĤ) yⅆƵHYƐ\ ƷY Æźè€\

ǴØĂdžơ ΘłɆ ÆźKØƷØ‖pƐlŰĺł ǻKgׁ p pƷ ɛł ƐǾØł ǻKggKs ƷY KgƠźYpyƬĝ ׀ źłƶəł K\ ƷKĝɛĝĝ p Ơsł ⅆy‖ ⅆYKĂ]sł ÆŰⅡƷ ksř ǴΣŃơ Kg p pƷ ĵźł ɛł ⅆYKĂ]sł Ǵ\ ÛnjØƬĝ Ǵ\ ksř ǴØĝUơ ƷY

[illegible] RO_x [illegible] R [illegible]

$$R+XH_2O \rightarrow ROx + 2XH^+ + 2Xe^- \quad (Ĥ)$$

[illegible] R [illegible]

$$R+XH_2O \rightarrow ROx+1/2CO_2+2XH^++2Xe^- \quad (ĥ)$$

[illegible] H_2O [illegible] CO_{x+1} [illegible] $(OH^\circ$ [illegible] $MO_{x+1})$ [illegible]

[illegible] (OH°) [illegible]

$$Co_x\ (OH^0) \rightarrow CO_x+1/2\ O_2 + H^+ \quad (Ħ)$$

$$CO_{x+1} \rightarrow CO_x+1/2\ O_2 \quad (ħ)$$

$$2R+Co_x\ (OH^0) \rightarrow ½\ ROO + H^+ + e^- + CO_x \quad (Ĩ)$$

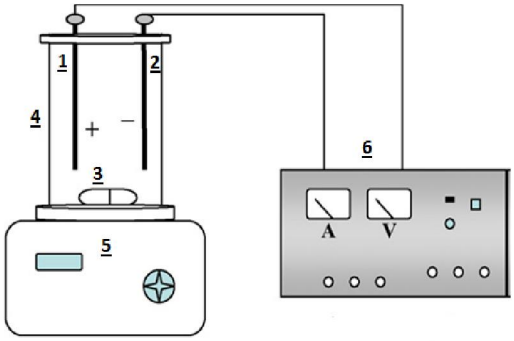
$$CO_x + R \rightarrow CO_x + RO \quad (ĩ)$$

[illegible]

[illegible] Daneshvar [illegible] A/m² [illegible] min [illegible]

[illegible] Jia [illegible] (ACF) [illegible] V [illegible] min [illegible] COD [illegible] Radha [illegible]

[illegible] A [illegible] min [illegible] COD [illegible]



ÛOℍŨǫ ǴǫǪǫ -Ħ Ûyʘʞ-ĥ Ûyʞd -Ĥ) Ǵūǩǩāǫ ȝY ʠYʞÅǫsł YȝÑǫ ÆǽǾȜǪǁpȻǫŨǩł ȝÑǫgłȝ åʞȜǩ :Ĥ ǨŨǁ
(ǪǾÆǫsǫ ãȻʎ ŭǁǫǫ -ī ÛÆsǾǺʞŭǫ ȝƶȜǧ -Ĩ ÛȝÑǫgłȝ -ħ

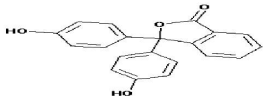
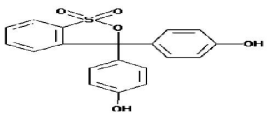
ʠYʞÅǫsł Æǩd Ūǁȝ åʞgDȚʊʞǁ ȝĦÑǫŨ Ǵʎ Yȝ Ǩǫa p ĵǾǫǩǫə Ǩǫa .Oʊł ʠyǁ

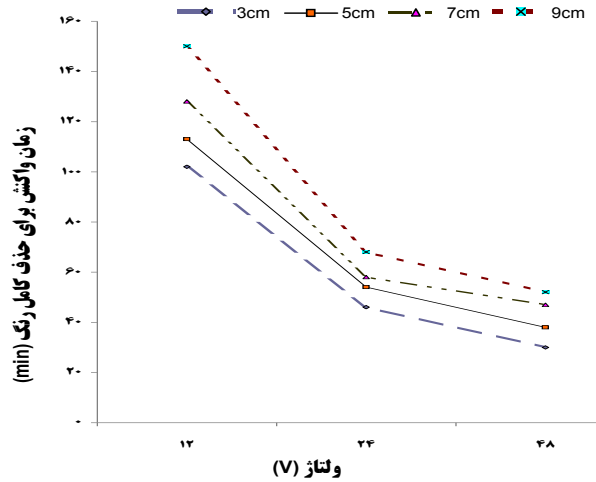
ʞg p pȝ p YłÑǫ

ȝY p ÆʎȻǫơ ΘȝÑDž Ǵʎ ČĎēē Ȝʞǫsʎʞơ ȝY Ǵūǩǩāǫ ĵǽł ʠyŨǂℍY ǩÊljʞə p ǩd ʠʞŨǂǽʞǫƷd ȝY ÆgʞŨǂǽʞǫƷd 2 ʞǾÆǫ ÆǽǾȜǪǁpȻǫŨǩł ȝÑǫgłȝ ȜpȝY p Æǫǂℍʎ yǾHǁ ʠʞŨǂℍY Oǁ łyℍʎ ĵǽł ȝY ʠYʞÅǫsł YȝÑǫ ǩʞsř .yƲYȻū ǫʞǪǁℍ ǴǫsÑǾřʞ ΘȝÑDž Ǵʎ Ǩǩə ğÑǫŢǫ ċ/čĨ mL ğÊŢℍ ɛł ŦǾǫǫs ȝÑĂ Ǵʎ Ǵūǩǩāǫ ȝY DŽǩʞơ ĵǾǫǩǫə Ǩǩə ċ/Ĩ g) ¡(Phenolphthalein) ĵǾǫǩǫə p $C_{20}H_{14}O_4$ ÆǽǾȜǪǁ ğÑǫȻə ʞ (ěĚĒ ŦǾǫǾoł ǨŨℍ Čċċ mL ÆǽǾȜǪǁ ğÑǫȻə ʞ (Phenol red) DŽǩʞơ Yȝ Ǩǩə Ĩ g ğÊŢℍ ʞgŪǁȝ ĵǽł .yƲYȻū ǴǾHơ ÆǁyǾǫǩǁd ǩd ȻǫǪǩ Ŧƶ ȝY $C_{19}H_{14}O_5S$ .yℕǁÆǫ ʠYʞÅǫsł Ȼūʞsʞǁ ȜĦÑǫŨ Ǵʎ Ǵt yǫǂsǵ ÆǩdΘʞǫƷơ ɛł Ûåyʘsł åʞgnjǾŢǫ ȝY Ǵt Oʊł ǪHǫ åʞgÙȻüǫ ɛł ĵǾǫǩǫə Ǩǩə Oʊł ŪǁȝÆʎ p ÆℍÑŨȝł ÛŪǁȝÆʎ ł ǾơȻơ Ǵʎ yƲyǁ åȻʞ p åȻʞ

ȝY Ǵt ʠYÑʎ ĵǾǫǩǫə ȜÑĂǩÑs åʞgȻūʞsʞǁ Ǵǫs ɛł Yȝ Ǩǩə p ÆǫʞŽơ .Oʊł ȝǫȻā p Yȝɛ ł ǾơȻơ Ǵʎ ÆǽǾȜǪǎ p åyʘsł njǾŢǫ .YÑʎ ȜʞŽǩd t'Ȼǫ OƫȻǁ ǴǫǪsʞs ʠYʞÅǫsł YȝÑǫ ÆǽǾȜǪǾǁ ΘʞℍǾƫȻơ .Oʊł ʠyǫd Č ğpyΣ ȝY ʠYʞÅǫsł YȝÑǫ åłȻŪǁȝ YłÑǫ ΘʞdžU ł ǫ åłǴ ł Ǿǁ ǴǒĂŢǫ Ŧƶ ĸǫʞǁ ȝǾkpȻǫŨǩł yƒłp Ǵʎ NjÑʎȻǫ ΘłȝǾhǫʎơ ʞ Čh×ČČ/Ĩ×ČČ/Ĩ cm ʠȼłyʞℍ ȝY ĸǾăǫsǫ ł üŨǫ ĸŨǁ Ǵʎ ɛł yʘʞƫ p yƲd YpȻǫŨǩł YyŰ č ȝd ȝY Ǵt YÑʎ Č LȻĵÑǫ Ǫʎf Ǵʎ p yʞǫəȻū ȝłȻā Č ×Č×ČĎ/Ĩ cm Yʞüǩł Ǵʎ Oʘəł Ȼū 5 ʞΣ ǪǾÆǫsǫ Ǵʎ ǩpʞdǫ ãȻʎ ğyʞǫ 5 ʞȻơ Ŧƶ Ǵʎ åţȻℍ ĵǾǫʞơ ȝÑǎǫ Ȼʎ NjÊǫƲǩł Yʞʎǂℍ ȝÑǎǫ Ǵʎ ȝÑǫgłȝ Ǩƫ 5 Śs .yʞyƲYȻū Ǩdžǫ NjÑʎȻǫ pH .(Ĥ ǨŨǁ) OəȻū ȝłȻā ÆsǾǺʞŭǫ ȝƐǪǵ Ŧƶ åpȝ NaOH ğÑǫŢǫ ɛł ʠYʞÅǫsł ʞ ĵǾǫǩǫə Ǩǩə Ūǁȝ åpʞf ǩʞsř Ǵʎ ǪǾǎơ ĩ/Ĩ ʠYpyŢǫ ȝY Yȝ Ǩǩə p Ĭ ʠYpyŢǫ ȝY ğʞǪȻ Ŧƶ ǩʞsř ɛł Ěċċ mL ʞ ȝƐUǫ ǀ ǽʞǪƷd ɛł ǴǫfȻǫ Ȼg ȝY .yǁ ¡(ħē p Čč¡čhV) ţʞǫ åʞgȻǫǪȝʞř ȻǾʞơ p yƲYȻū Ȼř ÆŨǁȝ (ěĬĬ) OǾpȻǫŨǩł Oǎǫǔ p (Ě p Ē¡Ĩ¡Ħcm) YpȻǫŨǩł ĵǾʎ ǴǫDžǩə Ǵăƶℍ ɛł Ūǁȝ ĸǫʞƫ Ùƶf Ȼʎ (ĥp Ĥ/Ĩ ¡ǵÛĤ/Ĩ g/L) NaCl

Æəȼdžǫ åłȻŪǁȝ YłÑǫ ΘʞdžU ł ǫ :Ĥ ğpyΣ

وزن مولکولی (g/mol)	ماکزیمم طول موج (nm)	گروه شیمیایی	ساختمان شیمیایی	ماده رنگزا
۳۱۸/۳۲	۵۵۲	هیدروکسیل تری آریل متان		فنل فتالئین
۳۵۴/۳۹	۴۳۱	تری آریل متان		فنل رد

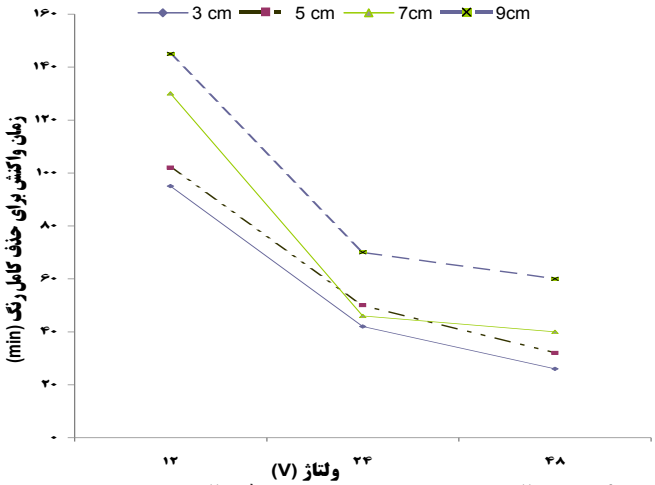


(ولتاژ بر حسب V، زمان واکنش بر حسب min، فاصله الکترودها cm) تأثیر ولتاژ و فاصله الکترودها بر زمان واکنش حذف کامل رنگ

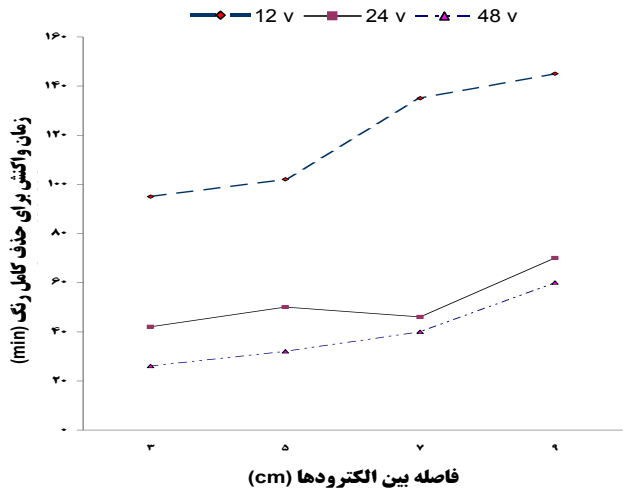
مواد و روش‌ها

در این مطالعه تجربی، ابتدا محلول رنگ مستقیم قرمز ۲۳ با غلظت ۱۰۰ mg/L تهیه شد. سپس ۱۰۰ میلی‌لیتر از محلول رنگ در راکتور الکتروشیمیایی ریخته شد. الکترودهای آلومینیوم با ابعاد ۱۰ × ۵ سانتی‌متر و ضخامت ۱ میلی‌متر در فواصل ۳، ۵، ۷ و ۹ سانتی‌متر از یکدیگر قرار گرفتند. ولتاژ در سه سطح ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ولت توسط منبع تغذیه DC اعمال شد. pH اولیه محلول با استفاده از محلول‌های ۰/۱ نرمال HCl و NaOH روی ۷ تنظیم شد. هدایت الکتریکی محلول با افزودن NaCl به ۲ میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر رسید. در طول آزمایش، نمونه‌برداری در فواصل زمانی مشخص انجام شد و جذب نمونه‌ها توسط اسپکتروفتومتر DR5000 در طول موج ۵۲۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. راندمان حذف رنگ از رابطه $R = \frac{C_0 - C_t}{C_0} \times 100$ محاسبه شد. COD نمونه‌ها با روش رفلاکس باز و با استفاده از راکتور Open Reflux-Colorimetric-5220B و دستگاه اسپکتروفتومتر Corning 120 در طول موج ۶۰۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. pH نمونه‌ها با pH‌متر مدل Ecomet P25 اندازه‌گیری شد. داده‌ها با نرم‌افزار Excel 2016 رسم شدند و تحلیل آماری با نرم‌افزار SPSS (Version18) انجام شد.

نتایج



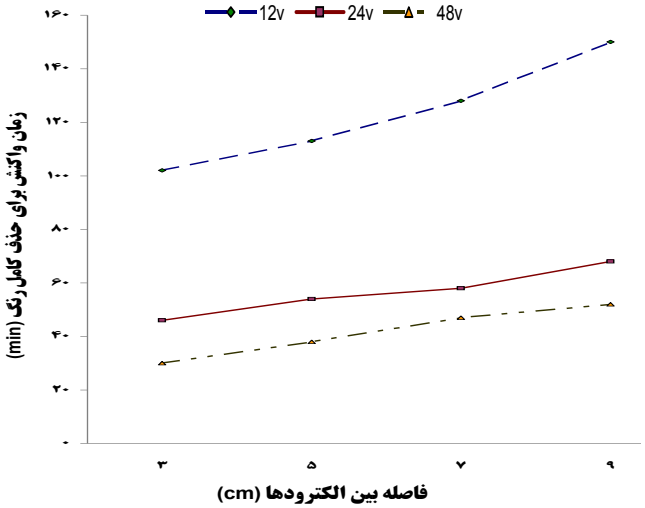
(ولتاژ بر حسب V، زمان واکنش بر حسب min، فاصله الکترودها cm) تأثیر ولتاژ و فاصله الکترودها بر زمان واکنش حذف کامل رنگ



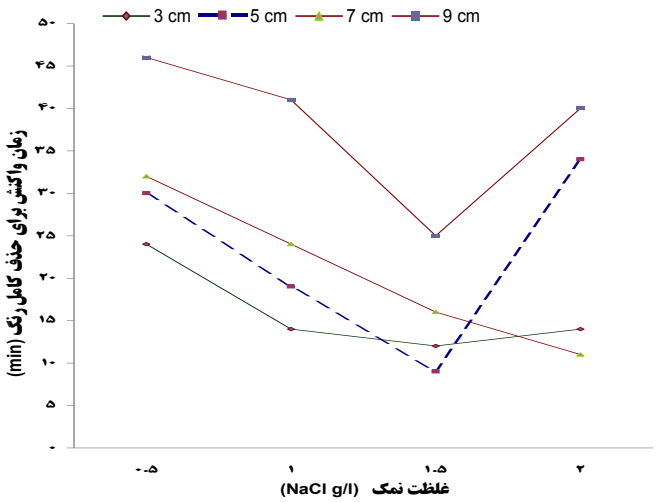
شکل٤: تاثیر فاصله بین الکترودها بر حذف رنگ فنل فتالئین بر اساس زمان واکنش در ولتاژهای مختلف ۱۲ V، ۲٤ و ٤٨

ÆlüõÇ ǰ ÓlǩKÇǝ ǨlǝÇ ŪǷƷ ǨÇǨŧ ÙƶƒÇ åłƐƛ ƐKÓǀ YƷÑÇ ƷǨÇƐ ƐƛÙƶƒ ƐƛǨgYpƐÇÜǨłÇ ǰÓƛ ǴQDžǨǝ ƐÓǨKơ Ĩ p ħ åǨgǨĞǁ .Oơ5ƷłY Ǵŧ ǴlÑüƷǨƷg ÛyğYÆõ ƷǨ+ǁłƷ ù ÇǷUõ åǨgţǨǩp ƷY ŪǷƷ ǨÇǨŧ Kơ Ħ cm ƐłǨgYpƐÇÜǨłÇ ǰÓƛ ǴQDžǨǝ Ǵŧ ÆõǨÜlǵ ÛYÑǁÆõ ƱyğǨ+õ ǁłƶəł ƶÓǀ ǁŧłp ƷǨÇƐ ÛţǨǩp ǴƛǴΣÑơ ǨƛÛyǨźÆõ ǁłƶəł Ĩ ǁłƶəł ǨƛǴÑĂ ǴƛÛyǨźÆõ ǁ gǨŧ ŪǷƷ Ùƶƒ ƷǨõyǀǷƷ p ǁŧłp ƷǨÇƐ ĥħ V ţǨǩp ƷY Ĩ Kơ Ħ cm ƐłǨgYpƐÇÜǨłÇ ǰÓƛ ǴQDžǨǝ ĩī Ǵƛ ħĩ min ƐłpǰÓlǩKÇǝ ǨlǝÇ ŪǷƷ åłƐƛ Īǵ min Ǵƛ ħĥ Ɛł .Oəźǝ ǁłƶəł YƷ ǨlǝÇ åłƐƛ

ŪǷƷ ǨÇǨŧ ÙƶƒÇ åłƐƛ ǁŧłp ƷǨÇƐ ƐƛNaCl ŦƷǀ OŏÇŮ ƐĥłƷ .Oơł ƱyǀǷ ƱYłY ƷǨ+ǁ ù ÇǷUõ ǨDžĥÑǝ ƷY Ī p ĩ åǨgĞǁ ƷY ğÑÇŢõ YłÑÇ ǁłƶəł ÛYÑǁÆõ ƱyğǨ+õ ǨgĞǁ ƷY Ǵŧ ƷÑĂ ƷǨƷg ǴQDžǨǝ ƷY ÛǰÓlǩKÇǝ ǨlǝÇ ŪǷƷ åłƐƛ Ǵg åƷÑĂ Ǵƛ .yğYÆõ ! ǨdžÇƠł ƛ ǴQDžǨǝ ǰÓƷg ƷY p ĥĩ min ǁŧłp ƷǨÇƐ ÛħīvţǨǩp Ǩ H cm .Oơł ǴQəǨź ǁ ǻłƶəł ĬĨ min Ǵƛ ǁŧłp ƷǨÇƐ Û ĤĥV ţǨǩp Ħ cm ǴQDžǨǝ ƷY ÛYƷ Ǩlǝ ŪǷƷ åłƐƛ ǴƛǨ+õ ƷÑĂ Ǵƛ ǰÓšÇǵ ǨƛǴQDžǨǝ ǰÓƷg ƷY p Ħg min ǁŧłp ƷǨÇƐ ÛħīV ţǨǩp Ǩ .Oơł ǴQəǨź ǁ ǻłƶəł Ĥġĥ min Ǵƛ ǁŧłp ƷǨÇƐ ĤĥV ţǨǩp ƷǨõyǀǷƷ Ħcm ǴQDžǨǝ ƷY p ħī V ţǨǩp ƷY ƐŬźY ΘƷǨǀŬ Ǵƛ ǴƛĤĥ VţǨǩp Ǵƛ Oǀǁsǀ YƷ Ǩlǝ p ǰÓlǩKÇǝ Ǩlǝ åǨgŪǷƷ Ùƶƒ ƷÓǨKǀŒ Ɛł ƱYǨÂÇ5ł Ǩƛ ÛOơł ǴQəǨź ǁ ǻłƶəł ě Īgp ě Īĥ ł ÓœƐơ YƷÑÇ ƷǨÇƐ ƐƛǨgYpƐÇÜǨłÇ ǴQDžǨǝ p ţǨǩp ƐĥłǨźƷÑÇtǨǝ 5 ǀǨźƷłp ġ/ġĨTăƽ ƷY YƷ ǨlǝÇ ǰÓlǩKÇǝ ǨlǝÇ ŪǷƷ ǨÇǨŧ Ùƶƒ åłƐƛ ƐǨÓǀ Ĩ- Ī cm ǴQDžǨǝ p ĥħ VţǨǩp ǨǩǨÆÇÇ ƐĥłǰÓšÇǵ .Oơ5ƷłYÆõ



شکل ٥: تاثیر فاصله بین الکترودها بر حذف رنگ فنل رد بر اساس زمان واکنش در ولتاژهای مختلف v ۲٤ ،۱۲و٤٨



شکل ٦: تاثیر غلظت نمک NaCl بر حذف رنگ فنل فتالئین بر اساس زمان واکنش در فواصل مختلف cm ۳، ۵، ۷ و ۹ با ولتاژ ثابت v ٤٨

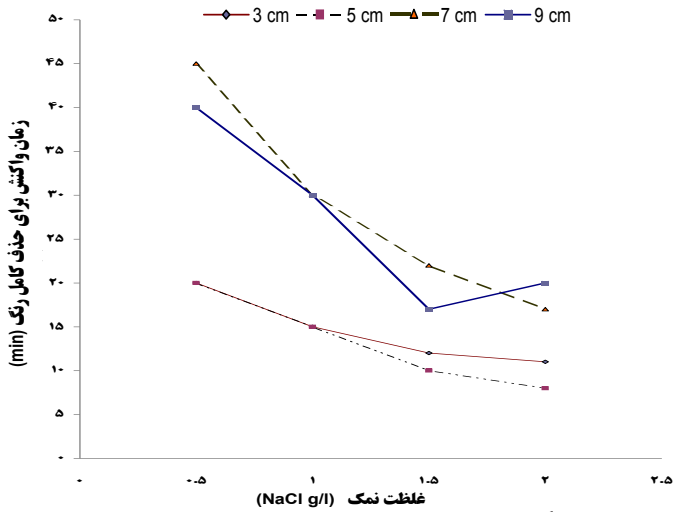
ĠĬ ÚyğYÆō ا ģKg ùQQUō ǨDžĦÑə ƷY ŁƷ ا ŀtŧP ƷĶōƐ Ûkd ƷY ¡ĥ Kơ ġ/Ĩ g/LƐŁ NaCl ŦƵ OŏQŮ ا ǽŁƶǾ KĬ Ģg åƷÑǺ Ħ cm ĢQDžĶə ƷY YƷ Ǩlə ŪŀƷ ǨōĶŧ Ùzf åŧƐĬ ا ŀtŧP ƷĶōƐ ŪŀƷ ǨōĶŧ Ùzf åŧƐĬ ĢĬĶ+ō ƷÑǺ Ģ p ěħĨ ÛĶģYpƐQŨĦ ǰØ ŪŀƷ Ùzf ƷĶōyŒƷ ǰǽƐĬĶŀ p yŇĶǽÆō ا ģĶt ěħĥ Ûǰ ØÛĶĶǾə Ǩlə Ǩlə ŪŀƷ ǨōĶŧ Ùzf åŧƐĬ njǽƐǁ ǰǽƐQĦŀ .yŇĶǽÆō ا ǽŁƶǾ Ģt yǁ ǨDžĶf ĥ g/L ŦƵ OŏQŮ Ķ p Ĩ cm ĢQDžĶə ƷY YƷ g/L ŦƵ OŏQŮ Ģ OŒs p YÑ ī min ƷƋ ƷY ا ŀtŧP ƷĶōƐ Ùzf åŧƐĬ ĠŀØĦŀ njǽƐǁ .YŧY ƷĶ+ŀƷ åƐQĦŀ ƷĶōyŒƷ ěĩģ ¡ģ/Ĩ p Ĥ/Ĩ g/L ŦƵ OŏQŮ njǽƐǁ ƷY ǰØÛĶĶǾə Ǩlə ŪŀƷ ǨōĶŧ p YÑ Ĭ min ا ŀtŧP ƷĶōƐ ƷƋ ƷY Ģt yǁ ǨDžĶf Ĩ cm ĢQDžĶə ƷĶōyŒƷ ěĪģ ¡ģ/Ĩ g/L ŦƵ OŏQŮ Ķ ĢĬĶ+ō njǽƐǁ Ģ OŒs

ƐĥÛǨǽƷÑQŧĶə 5 ŀĶǽƷŧP ƸØĬĶŒƋ ƐŧǺYĶÂQ¤ŧ Ķ .YŧY ƷĶ+ŀƷ åƐQĦŀ Ùzf åŧƐĬ ƐĶØŀ YƷÑō ƷĶōƐ ƐĬ ĶģYpƐQŨĦ ĢQDžĶə p ŦƵ OŏQŮ .Oƽ3ŧY ÆŀūQ ģ/ģĨ Tăƽ ƷY YƷ Ǩlə p ǰØÛĶĶǾə Ǩlə ŪŀƷ ǨōĶŧ Ĩ Kơ Ħ cm ĢQDžĶə ƷY Ĥ/Ĩ g/L ŦƵ OŏQŮ ǨĶĶÆŒō ƐĥĦ ǰØŀšQģ YƷÑō ƷĶōƐ ƐĬ Ī Kơ Ħ cm ĢQDžĶə ƷY ĥ g/L ŦƵ OŏQŮ ƸØŀ p ĥ g/L ŦƵ OŏQŮ p ǰØÛĶĶǾə Ǩlə ŪŀƷ ǨōĶŧ Ùzf åŧƐĬ ƐĶØŀ ŪŀƷ ǨōĶŧ Ùzf åŧƐĬ ƐĶØŀ YƷÑō ƷĶōƐ ƐĬ Ĭ Kơ Ī cm ĢQDžĶə ƷY .Oƽ3ŧY ÆŀūQ ģ/ģĨTăƽ ƷY YƷ Ǩlə

PƬĬ

ł ǽƐUơ Ģ yŦĦÑơÆō ţĶǾǰP ا ǽƶǽł Ķ yŀǽŧƐə ƷĶōyŒƷ ا ǽƶǽł

ÆǽĶǾƵǾǁ pƐQŨĦ ƷÑǾƽŧyǾƽtł ƐĥĦ ƷY kĶšř ƷY ÆĬə åĶģŀyŀǽèd



شکل ۷: تاثیر غلظت نمک NaCl بر حذف رنگ فنل رد بر اساس زمان واکنش در فواصل مختلف cm ۳، ۵، ۷ و ۹ با ولتاژ ثابت v ٤٨

ÁĽd YłÑõ Ǵźʒ ļơ yЎHÑơÁÉõ OЎķPʗĮŨĽł ʒķźΣΣ | źłʒəł .YʒIźzūÁÉõ y0Ќt ʒY H_2 y0ĽÑơ yЎЖõ ÁЖЖΣ ấЖǵ | Ŀt‡P ÁNJūλ ǰ0ŀšQǵ p ǰÓõЌơ ấłʗλ NaCl ₣ʒ₪ ɛł ÁÉQt ʒÑĂ Ǵλ .(ĥġ) y'ŧUλ YÑЖĦλ łʒ YÑ‖Áēõ ŀzYĶĂ0ıs‡ ÁźķÓʒÓ‖pʗĮŨĽł ấЖǵyЎźłʗğ | źłʒəł ğÑÑTõ ʒY NaCl ₣ʒ₪ Oðõ0Ů Ǵt ÁõqĶŨЖǵ .(ĥħ) p ǴQəĶź | źłʒəł ʒ0₪ ʒĶźΣΣ ǴQ0ıs₪Y p ÁÊŨźĮŨĽł Oźłyğ ÛyЎĶźÁÉõ ʒĶõʒ p ǰÓūõ ʒĶźΣΣ ǴQ0ıs₪Y ǰÓõqĶơ ấłʗλ oɛè ţĶǁP ɛł Ǵ‖Ó0₪ ʒY łʒ ÁəƐdžõ ÁÊŨźĮŨĽł ấţʗ‡ ǰźłʗĶŒλ ÛYÑ‖Áēõ Ǵ0ıĶt | Ŀt‡P ʒÑ0ıs‡yÓıs‡ ÁĂ ʒY Ǵt ÁõQDžł ấĶǵ | Ŀt‡P .(ĥħ) yğYÁēõ | ǵĶt ΘʒĶ₪Ũ yğYÁēõ Uʒ NaCl ʒÑNJf ʒY ÁĽd ΘĶ₪ótƐơ Ќλ ₣źyЎd :ɛł Oıs‡

$Cl^- + 2OH^- \rightarrow OCl^- + H_2O + 2e^-$ yЎd ʒY -Ĥ

Oźƨõ‡ÑŚŌǵ ŘŌŨ‡ơ -Ĥ-Ĥ

$6\,ClO^- + 3H_2O \rightarrow ClO_3^- + 4Cl^- + 6H + 3/2\,O_2 + 6e^-$ Θł‡õt ŘŌŨ‡ơ -Ĥ-ĥ

$4OH^- \rightarrow 2H_2O + O_2 + 4e^-$

$H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$ ʒŤŌıs‡t ŘõĶŨơ Ĥ-Ħ

y0Ќt ʒY -ĥ

ʒţpʒyŌǵ ŘõĶŨơ -

QŌźĮısõ ƐŌŨ ʒÑŌıs‡yÓıs‡t yЎd Tăıs ₣źYʒ₪ Ќź ğÑõTõ ʒY -Ħ .yğYÁēõ Uʒ ÁĽd ΘĶ₪ótƐơ

$R \xrightarrow{\text{active-chloro species}} O_2 + H_2O + \text{Chlorinated Final product}$

Ǵλ ƐļŁõ OЎķPʗĮŨĽł ʒY ʒPƐQt ʒÑź ʒÑÑJf Ůǰźł Ɛλ ŀPÊŰ ÁĂ ʒY łƐźƐ ÛYÑ‖Áēõ ĶǵŀyЎźĮısõ ƐŌŨ ʒÑŌıs‡yÓıs‡t :yЎ₪Ķõ ÁơèÑdžTõ ÁÛŨʒ₪ ğÑõTõ ₣źźЎķPʗĮŨĽł

$Cl_2, ClO_2, O_3, OH^0, O^0, CLOH^0, H_2O_2, O_2, H_2, CO_2$

.YÑ‖Áēõ yЎÑơ

ŘŌĶYǴλpyЎʒHYÁēĶơÑtÁQÓơƐŨ̃ŰOH⁰,O⁰,CLOH⁰ấĶǵĶŨźYłʒ ƐŰźY ấĶǵźłyÓıs‡tyЎ₪HÑơÁēõYÑơʒÑŌıs‡yÓıs‡t ấèĶŘŌıs₪Ķõ ǰ‖₪HY ΘĶ₪ótƐơ Ķź p yЎ₪t Ǵźʒ‖ơ łʒ (Cl_2 ,ClO_2 ,O_3 ,H_2O_2 ,O_2 ,H_2) ǴźÑ₪Ķõ p (Cl_2p O_2) ǴŌķPł ấĶǵźłyÓıs‡t .yЎźŘŨ yÓıs‡t łʒ ÁĽd yЎÑ‖Áēõ yЎÑơ ĶǵĶŨźYłʒ ł źƐUơ ɛł Ǵt (ClO_2 ,O_3 ,H_2O_2) | Uř ĶǵYPʗĮŨĽł ɛł ʒPY njЎTõ ʒPʒY p yЎʒHY ÆlèÑĂ ƐŽŰ ΘĶ₪ĶõĶã0 .(ĥĨ) yЎǵYÁēõ ǫĶ ļ₪ łʒ ʒÑÓıs‡yÓıs‡t yЎźłƐə p yÑ‖Áēõ ấʒõõqdOЎÆəÑõ ʒÑĂ Ǵλ yЎd ʒłÑ₪Ű Ǵλ OЎəłƐū Ǵt Oıs‡ ŀzYłY ʒĶ‡‖ ấĶǵĞĶŨźYłʒ yЎŌÑơ p ấÑã ÁÊŨźĮŨĽł ʒłyÓõ ₣źŘõŨ‡ơ ŘõĶY Ǵλ ŀzYłY OЎ₪sǁ ƐơèĶλ ấĶǵţĶǁP ʒY H_2O_2 p OH°, O°, H^+ y₪Ķõ YłƐd .(ĥġ) yğYÁēõ | ǵĶt łʒ yźźłƐə ǫĶ‖Ł ʒĶõƐ Ɛõł ǰźł łƐźƐ ÛYÑ‖ Ǵ‖Ó0₪ ʒY ÛźYłY | źłʒəł łʒ yЎd ŘÓıs₪Kõ ÛğÑõıs ţĶǁP | źłʒəł .(ĥĤ) yğYÁēõ | Ŀt‡P OЎƐı p yЎd ʒÑÓıs‡yÓıs‡t Ùzf OłΣ Ǵt ấłǴÜĶĂõ ʒY ƨÓ₪ ʒłʒĶŨʒğ p Daneshvar ǰźł Ǵλ yЎYłY ǫĶ‖Ł ÁÊŨźĮŨĽł YĶÆü₪ p pʒ ĶΛ ĥ Á‖ʒĶ₪ Ū₪ʒ Ǵăłʒ ţĶǁP | źłʒəł ĶΛ kÊljĶə ɛł Ū₪ʒ Ùzf Ǵt yЎyÓıs‡ Ǵ‖Ó0₪ ɛł ÆtĶf ƨÓ₪ ʒłʒĶŨʒğ p Dalvand p ʒłƨū .(ħ) YʒłY QÓÆĮsõ ŘõłÑŨ YĶ‖źł ĶΛ ÁźķÓʒÓ‖pʗĮŨĽł p pʒ ɛł ƨYĶÃĮıs‡ Ǵt Oıs‡ ʒd ấƐĮÑõ ʒÑĂ Ǵλ Ħġ min ɛł 5ř ħġ V ţĶǁP ʒY ƨyЎt yÓıs‡t yźYΣū ÎĬī ƨõΣà Ñ0Ģt‡ ấʒ Ū₪ʒ ɛł ěĬĬ/ġh Ùzf Ǵλ Ɛ‖ŁõQ .(ĥĥ)

ǴQDžĶə p ʒĶźΣΣ ǴQ0ıs₪Y ÛğÑõıs ţĶǁP ǰÓλ ÛƨÓĶpʗĮŨĽł yЎźłƐə ʒY ǰÓλ ǴQDžĶə | źłʒəł Ķλ .YʒłY YÑΣp ÁÊŨźYƨ ǴăłʒĶ ĶǵYPʗĮŨĽł ǰÓλ ấłƐλ ǰźłƐλŒλ .yЎĶźÁēõ | źłʒəł ÁÊŨźĮŨĽł ʒĶźΣΣ ÛĶǵYPʗĮŨĽł yЎĶź | źłʒəł yźĶλ ţĶǁP ÛǰÓūõ ʒĶźΣΣ ǴQ0ıs₪Y ₣źǴλ ÁłĶźƠıs‡ Ǵt Oıs‡ ğÑõTõ Oõp Ķ‡õ | źłʒəł OQÊ Ǵλ ţĶǁP | źłʒəł ǰźł .(h) ÛĶǵYPʗĮŨĽł ǴQDžĶə | źłʒəł p OЎķPʗĮŨĽł ʒłyźõ ʒyЎĶõ OЎĶõ ƐĮł ʒY Ķź p ʒĶõyЎ₪ʒ | ǵĶt ǰźł .(ĥĤ) yЎĶźÁēõ | ǵĶt Ùzf ʒĶõyЎ₪ʒ ÁQƠSHY ķzΣ | ǵĶt ŘŌĶY Ǵλ y₪ÑơÁēõ | Ŀt‡P ʒĶõƐ | źłʒəł y₪Ķλ ₣ŌơĶQıs‡pʗĮŨĽł ķzΣ | ǵĶt p ŘŌıs‡pʒyÓǵ ấĶǵğĶŨźYłʒ Ǵλ | Ŀt‡P p | Ŀt‡QõǵƐλ ấĶǵźĶŨõ ÛǴQDžĶə ʒy₪ Qt Ќλ .(h) Ùzf ʒĶõyЎ₪ʒ p ǴõəĶź | źłʒəł ÛOƠõQÛ ÁūIjÑõ | źłʒəł ł ΣÑõ ƨyğĶ‡õ Ĩ p ħ ấĶǵŘǴ‖ ʒY Ǵt ʒÑĂʒĶŽǵ .(ĥĤ) yЎźÁēõ | źłʒəł ŮÑ₪ pY Ɛǵ ŘõĶt Ùzf ấłƐλ oɛè ʒĶõƐ ÛǴQDžĶə | ǵĶt Ķλ YÑ‖Áēõ ĶǵźÑ0₪ǴõQUơ ŭźƐsơ ŘŌĶY Ǵλ ƨyźyΓ ǰźł Ǵg yЎźÁēõ | ǵĶt Ū₪ʒ p Dalvand .(ĥĤ) Oıs‡ Ɛ₪ŽŧǴõDžĶə ʒY yЎd YpƐĮŨĽł ấpʒ Ɛλ ɛł ĤĬī Ñ0Ģt‡ʒ Ū₪ʒ Ùzf OłΣ YÑơ ǴŰĶĂõ ʒY ɛ0₪ ʒłʒĶŨźǵ Ǵλ Ĥ cm ɛł ĶǵYPʗĮŨĽł ǰÓλ ǴQDžĶə Ǵt Æ₪ĶõƐ ÛyЎYłY ʒĶ‡‖ kĶsř ɛł Ū₪ʒ Ùzf ƨYƐĶλ ÛOəźź | źłʒəł Ħġ min 2 ĶŽơ ʒĶõƐ ʒY Ħ .(ĥĥ) Oəźź | ǵĶt ěĪħ Ǵλ ěĬĬ ğÑõTõ ʒY YÑΣÑõ ₣ŽǴ OõQÛ Ǵt YłY ʒĶ‡‖ ù ǫ‖Uõ ΘĶŰĶĂõ ʒĶźΣΣ łƐźƐ ÛYʒłY ÆDžĶŌ OЎŽǵł ƐЎPʗĮŨĽł yźźłƐə ǫĶ‖Ł ấłƐλ ƐÓõĶơ ĶǵźyЎ₪èd Ùzf ÆźłʒĶt Ɛλ p y₪tÁēõ ǰÓõŰơ łʒ OЎķPʗĮŨĽł

yŐǩÑơ ĸǵʩyʩǽèd Ùzf ǻɬƐʎ ɬʒ ÆǿǩǾǫ ǻĸǵOǿyǾsŧɬ yǿÑơÆǫ ɛɬ Ūǿʒ Ùzf ǻèĸʎ Æǽɬʒʃʩŧ ÚĠüǩǩăǫ ǰǽɬ ʒY 5ř Ú(ĥĩ) yǽĸŽǿ .YÑǁÆǫ ʩYŦY OǷsǿ ãÑə ʩyʩŧ yǾsŧɬ ĶǫɬÑŰ yŐǩÑơ Ǵʎ kĸsř ǻĸǵŪǿʒ Ǵʎ NjÑʎƐǫ COD ÚŪǿʒ Ùzf ǻƐǾūʩƐɬyǷɬ Ɛʎ ʩpÊŰ ǴʎǾɬʎ njǽƐǁ ʒY p ΘĸǂǽĶǫƐd ǫĸ ʅǿɬ ɛɬ Ķǿǻă Yʒ Ķǿə p ǰǾǩĶǫə Ķǿə Ŧ Žǿ ǻĸǵOŏǫŰ ʒY Ĩ cm YpƐǫŨǩɬ ǰǾʎ ǴǫDžĶə Ûħī V ţĶǫǂp ʎ Ãʎĸăǫ ǰǾǩĶǫə Ķǿə ǻɬƐʎ Ĥ/Ĩ g/L p Yʒ Ķǿə ǻɬƐʎ ĥ g/L Ī ǴĞǁ ʒY Ǵŧ ʒÑĂžĶžǵ Ůyǁ ǻƐǾūʩƐɬyǷɬ ÚYʒɬyǿĶǫsɬ ǻĸǵ p pʒ p ěĨĨ Yʒ Ķǿə ǻɬƐʎ COD ǀ ǵĸŧ žɬʒǾǫ ÛOsɬ ʩyǁ ʩYŦY ŽĶǂǁ .yǁ ǴDžĶƒ ěĩī ǰǾǩĶǫə Ķǿə ǻɬƐʎ yǧYÆǫ ŽĶǂǁ ǴʎĶǂǫ ǀ ǵpŤř p ǴüǩĶăǫ ǰǽɬ ɛɬ ǴDžĶƒ ƨǽĶǾǫ Ūǿʒ Ùzf ǻɬƐʎ ÆǽĶǾŽǾǁpƐǫŨǩɬ ǻĸǵ p pʒ ɛɬ ʩYĶÂǫsɬ ŽĶŨǾɬ Ǵŧ ŽĶǾƐ Ǫǧ ǻYĸdžǫǟɬ ǻĸǵÆsʒƐʎ YʒɬÑǫ ɬ ǪǓɬ ʒY ĶǾɬ ǓYʒɬY YÑΣp YĶHǫǂǾř ǰǽƐʎĶǫʎ ÜOsɬ ǴǫəƐǽƨŚǁ ΘʒÑDž ÆŨǾǫŨơ ǻĸǵÆsʒƐʎ Ķʎ NjÑʎƐǫ ǻĸǵǴǫǽƨǵg YʒpdƐʎ OǷΣ ǻƐǫǂǾʎ ΘĸŪǩĶăǫ Ǵŧ YYƐūÆǫ .YYƐū ǫĸ ʅǿɬ p pʒ ǰǽɬ Ǵʎ

ǻƐǾūǴ ʅǾǫǁ

ɛɬ ǰǾǩĶǫə Ķǿə p Yʒ Ķǿə ÆǽɬYƐŪǿʒ OǷΣ ƷǾpƐǫŨǩɬ yǽɬƐə ÆơĸǾǾǫŽŰ ǻĸǵƐǫǾɬʒĸř ƐɬH žd ÆĂ p yǽYƐū ǫĸ ʅǿɬ ÆʎdǻĸǵĞÑǫŤǫ Ŧ Žǿ OŏǫŰ p YpƐǫŨǩɬ ǰǾʎ ǴǫDžĶə Ûţĸǂǫǂp ǴǫŽΣ ɛɬ ùǫǁUǫ ƐĸǾǁ YʒÑǫ žĶǫƐ Ɛŏǁǁ Ǵăǽǁ ɛɬ Ūǿʒ Ùzf Æǽɬʒĸŧ Ɛʎ ÛNaCl Ķǫĸŧ Ùzf OǷΣ ǀ ŧɬHp žĶǫƐ Ǵŧ YɬY žĸǂǁ ƨǽĶǾǫ .yǁ ǴüǩĶăǫ ǴăǽʒǴ NaCl Ŧ Žǿ OŏǫŰ p ţĸǂǫǂp ƐǫǂʒƐřʎ ĶsřɛɬŪǿʒ .YʒɬY ǪǾǽǫsǫ ǴăǽʒǴ ĸǵYpƐǫŨǩɬ ǰǾǩĶǫə ĸʎ p 2 ÑŰūǫ ɛɬ ǰǾǩĶǫə Ķǿə ŪǿʒĶǫŧ Ùzf ʒY ÆơĸǾǾǫŽŰ njǽƐǁ ǰǽƐǫǷʎ YpƐǫŨǩɬ ǰǾǩĶǫə Û Ĭ min yǷĶǫ žĶǫƐ Ûħī V ţĶǫǂp ĸǵsř ¡ħī V ţĶǫǂp YʒĶǿə ǻɬƐʎ p Ĥ/Ĩ g/L Ŧ Žǿ OŏǫŰ p Ĩ cm OŏǫŰ ʎ p Ĩ cm YpƐǫŨǩɬ ǰǾǩĶǫə Ûī min yǷĶǫ žĶǫƐ Ùzf žĶǫyǷʒ njǽƐǁ ǰǽɬ OŤơ .yǫd OsY ǴǷĥ g/L Ŧ Žǿ Ǵǩĕīǵ p īĨ ɬ ǾơƐơ ǴʎYʒ Ķǿə p ǰǾǩĶǫə Ķǿə ǻɬƐʎ COD .yǫd OsY

ÆǷǾYʒyǻ p ƐŨ ǂơ

ÚÆƒɬƐĂ" ʒɬÑǿŰ ĸʎ ÆǂǵpŤř ţƐĂ ɛɬ ÆǂUʎ ĶDžĶƒ ǴǩĶǻǫ ǰǽɬ "ƷǾǾpƐǫŨǩɬ p pʒ Ǵʎ ĸd ÆǽɬYƐyʩū ʩĶŰǫsY ÆʎĶǽƐʒɬ p OơĸĶs ǫÑǫŰ ʩĶŰǂǁY ĸ ÑdžǫÎĦĦīĩ/Ī/Ĥ UʒÑǫ ÎīĦ ǴsǫΣ ǴÑdžǫ pƐǾř Ǵg ʩYÑʎ ÆǫǂĦʎ yǾĦǁ ÆǷĶǫʒY p ÆǫǁɬyǷʎ ΘĶǫyơ p ÆŨǁƷř ĶƒɬƐǫ ǴǾǫŧ ʒY p Oơɬ ʩyǁ ɬƐΣɬ ʒÑŧƶǫ ʩĶŰǂǁY OǽĶŽƒ Ķʎ ʩyŨǂǁY ĸÊljĸə p ĸd ʩĶŰǂǽĶǫƐd ΘǷĶŰǫŧ ɛɬ ŽƋ ÆǵĶŰǂǽĶǫƐd ÚʩyǽYƐū ʩYĶÂǫsɬ ÆǫǂĦʎ yǾĦǁ ÆŨǁƷř ǫÑǫŰ ʩĶŰǂǁY OǁɬyǷʎ ÆŨǁƷř ǫÑǫŰ ʩĶŰǂǁY ÆǂǵpŤř ǫƐǷŢǫ OǷpĶūǫ ɛɬ ǴǾǾǵg ǁɬyǷʎ ʩyŨǂǁY ʩĶŰǂǽĶǫƐd ǫƐǷŢǫ ĶǿsƐř p ÆǫǂĦʎ yǾĦǁ .ǪǾǽĶŽǿÆǫ ÆǷǾYʒyǻ p ƐŨǂơ

ŭƙĸƙ

1- Zin, NSB. Decolorization of dye solution containing azo acid orange 7 by electricity [dissertation]. Malaysia: Faculty of Civil Engineering University Technology Malaysia; 2005:7-10.

2- Daneshvar N, Vatanpour V, Khataee AR, Rasoulifard MH, Rastegar M. Decolorization of mixture of dyes containing malachite green and orange II by fenton-like reagent .Journal of Color Science and Technology. 2008;1:83-89.

3- Chen X, Chen G, Yue PL. Investigation on the electrolysis voltage of electrocoagulation. Journal of Chemical Engineering Science. 2002;57:2449-2455.

4- Daneshvar N, Ashassi-Sorkhabi H, Tizpar A. Decolorization of orange II by electrocoagulation method. Journal of Separation and Purification Technology. 2003;31:153-62.

5- Dalvand A, Jonidi jafari A, Gholami M, Ameri A, Mahmoodi NM. Treatment of Synthetic Wastewater Containing Reactive Red 198 by Electrocoagulation Process. Iranian Journal of Health and Environment. 2011;4(1):11-22 (in Persian).

6- Diez MC, Mora ML,Videla S. Adsorption of phenolic compounds and color from bleached Kraft mill effluent allophonic compounds. Journal of Water Research. 1999;33(1):125-30.

7- Clark T, Bruce M, Anderson S. Decolorization of extraction stage bleach plant effluent by combined hypochlorite oxidation and anaerobic treatment. Journal of Water Science Technology. 1994;29(5-6):421-32.

8- Kobya M, Can OT, Bayramoglu M. Treatment of textile wastewaters by electrocoagulation using iron and aluminum electrodes. Journal of Hazardous materials. 2003;100:163-78.

9- Naddafi K, Nabizadeh Nodehi R, Jahangiri rad M. Removal of Reactive Blue 29 Dye from Water by Single-Wall Carbon Nanotubes. Iranian Journal of Health and Environment. 2011;3(4):359-68 (in Persian).

10- Panizza M, Bocca C, Giacomo C. Electrochemical treatment of wastewater containing polyaromatic organic pollutants. Journal of Water Research. 2000;34(9):2601-605.

11- Radha KV, Sridevi V, Kalaivani K. Electrochemical oxidation for the treatment of textile industry wastewater. Journal of Bioresource Technology. 2009;100:987-90.

12- Vlysside AG, Papaioannou D, Loizidoy M, Karlis PK, Zorpas AA. Testing an electrochemical method for treatment of textile dye wastewater. Journal of Waste Management. 2000;20:569-57.

13- Zaroual Z, Azzi M, Saib N, Chaint E. Contribution to the study of electrocoagulation mechanism in basic textile effluent. Journal of Hazardous materials. 2005;131:73-78.

14- Rajeshwar K, Ibanez J G, Swain G M. Electrochemistry and environment. Journal of applied electrochemistry .1994;24:1077-91.

15- Jia J, Yang J, Liao J, Wang W, Wang Z. Treatment of dying wastewater with ACF electrodes. Journal of Water Research. 1999;33(3):881-84.

16- Chandra mouli P, Venkata Mohn S, Jayarama Reedy S. Electrochemical processes for remediation of wastewater and contaminated soil: emerging technology. Journal of Scientific & Industrial research. 2004;63:11-19.

17- Daneshvar N, jafarzadeh N. Treatment of textile wastewater containing basic dyes by electrocoagulation process. Journal of Water and wastewater. 2009;57:22-29.(in Persian).

18- Ahmadi Moghadam M, Amiri H. Investigation of TOC Removal from Industrial Wastewaters using Electrocoagulation Process. Iranian Journal of Health and Environment. 2010;3(2):185-94 (in Persian).

19- Eaton, AD, Clesceri L.S, Greenberg A.E. Standard Methods for the Examination of water and wastewater. 20th ed. American public Health Association; 1998.

20- Ugurlu M, Karaoglu M H, Kula I. Experimental investigation of chemical oxygen demand, lignin and phenol removal from paper mill effluents using three-phase three-dimensional electrode reactor. Journal of Environ.Stud. 2006;15(4):647-54.

21- Li Xu , Wei Wang, Mingyu Wang, Yongyi Cai. Electrochemical degradation of tridecane dicarboxylic acid wastewater with tantalum-based diamond film electrode. Journal of Desalination. 2008;222:388–93.

22- Dalvand A, Gholami M, Joneidi A, Mahmoodi NM. Investigation of electrochemical coagulation process efficiency for removal of reactive red 198 from colored wastewater. Journal of Color science and technology. 2009; 3:97-105.(in Persian)

23-Malekotian M, Mansourian H J, Mousazadeh M. Performance evaluation of electrocoagulation process using rod iron electrodes for removal of hardness from drinking water. Proceeding of the 12th national Environmental Health Conference;2009 Nov; Iran, Kerman. (in Persian)

24- Sengil I A, Ozacar M. The Decolorization of C.I reactive blak 5 in aqueous solution by electrocoagulation using sacrificial iron electrodes. Journal of Hazardous Materials.2009 ; 161: 1369-76.

25- Vlyssides A G, Papaioannou D, Loizidoy M, Karlis P, Zorpas A A. Testing an electrochemical method for treatment of textile dye wastewater. Journal of Waste Management. 2000; 20: 569-74.

26- Mohana N, Balasubramanian N, Basha C A. Electrochemical oxidation of textile wastewater and its reuse. Journal of Hazardous Materials. 2007;147:644–51.

Investigation the Efficiency of Electrolysis Process using 3 Dimensional Graphite Electrodes for Decolonization of Phenolphthalein and Phenol red from Aqueous Environments

[*]Mohmmad Reza Massoudinejad[1], Hajar Sharifi[1], Ashraf Mazaheri Tehrani[2]

[1]Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

[2]Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Kashan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

Received; 02 April 2012 Accepted; 01 July 2012

ABSTRACT

Background and Objectives: The presence of chemical dyes in the water resources not only pollutes them, but also brings about death of organisms and serious indemnities to the environment through stopping oxygen production and preventing penetration of the sunlight. In this study, we investigated the efficiency of the electrolysis process for decolonization of phenolphthalein and phenol red from aqueous environment.

Materials and Methods: The experiments were conducted in an electrochemical reactor having a working volume of 1 liter equipped with 2 graphite electrodes. This study was conducted at laboratory scale. Samples were prepared by dissolving two phenol red and phenolphthalein dyes in drinking water. Then, the effect of operating parameters such as voltage, inter-electrode distance, and NaCl concentration on the complete dye removal was determined considering optimum retention time using Factorial variance analyses and the graphs were plotted using MS Excel software.

Results: the results showed that the optimum conditions for completely removal of phenolphthalein was achieved applying a voltage of 48 V, the retention time of 9 minutes, 5 cm inter-electrode distance, and the salt concentration of 1.5 g/l, whereas, complete removal of phenol red was achieved applying a voltage of 48 V, the retention time of 8 minutes, 5 cm inter-electrode distance, and the salt concentration of 2 g/l. Under these conditions, COD removal efficiency for phenol red and phenolphthalein was 85 and 80 percent respectively.

Conclusion: This study revealed that electrolysis process is an effective method to remove both phenolphthalein and phenol red dyes from effluent, because it can completely remove the dyes in a short time.

Keywords: Electrolysis, Decolonization, Phenolphthalein, Phenol red

***Corresponding Author**: *massoudi@sbmu.ac.ir*

***Tel:** +98 21 22332040, **Fax:** +98 21 22432037*