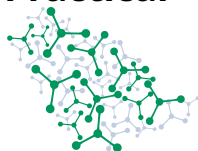


## Istruzioni generali

- L'esame è suddiviso in 2 sessioni, con un task in ciascuna sessione. Dopo la pausa ristoro di 30 minuti, si prega di tornare al proprio posto di lavoro.
- Il task 1 dura 1 ora e 45 minuti, il task 2 dura 3 ore e 15 minuti. Entrambi i task seguono la stessa procedura generale descritta in questa pagina.
- Ogni task viene consegnato in due libretti; i due task condividono queste istruzioni generali. I libretti delle domande contengono i task con le domande numerate tradotte nella lingua prescelta. I libretti delle risposte contengono le caselle numerate corrispondenti alle domande. Nei libretti delle risposte vengono utilizzati solo simboli e formule indipendenti dalla lingua.
- Si può iniziare a lavorare solo quando viene dato il segnale di **START**.
- Inizialmente troverete sul banco solo l'attrezzatura del task 1. Non toccate l'attrezzatura per il task 2 nella scatola sullo scaffale.
- Tutti gli oggetti devono essere tenuti all'interno dell'area delimitata sul banco.
- Utilizzare solo la penna e la calcolatrice in dotazione. Non scrivere con il pennarello sulla carta; usarlo solo per etichettare gli strumenti di laboratorio. Non scrivere le risposte a matita; la matita serve solo per le lastre TLC.
- Tutti i risultati e le risposte devono essere scritti chiaramente a penna nelle apposite caselle del **libretto delle risposte**. Ricordare che viene raccolto solo il libretto delle risposte. **Non staccare** le pagine spillate dei libretti delle risposte.
- Non scrivere sui lati posteriori del libretto delle risposte! I valutatori vedranno solo i lati stampati del libretto delle risposte. Utilizzare i lati posteriori del libretto delle domande se avete bisogno di carta per la brutta. **Non** disegnare nulla all'interno o in prossimità dei codici QR.
- Per le domande a scelta multipla, **se si desidera modificare la propria risposta**, annerire completamente la casella di spunta e poi creare una nuova casella accanto ad essa.
- La versione ufficiale in inglese dei libretti d'esame è disponibile su richiesta solo per chiarimenti.
- È necessario **seguire le regole di sicurezza** indicate nel regolamento IChO. Qualsiasi violazione delle norme di sicurezza può comportare l'allontanamento dal laboratorio e l'annullamento dell'esame pratico.
- Se avete bisogno di una pausa per la toilette o di assistenza, o se volete rivedere la versione ufficiale in inglese, alzate la mano.
- Se avete bisogno di sostituire uno strumento o rifornire i vostri prodotti chimici chiamate il supervisore. Dovete poi firmare entrambi la tabella sul foglio delle risposte. Solo il primo evento di questo tipo (un articolo) non comporta alcuna penalità. Ogni ulteriore evento comporterà la detrazione di 1 punto dai 40 punti dell'esame pratico.
- I supervisori avvertiranno quando mancano 30 minuti al segnale di STOP. Quando viene annunciato il segnale di **STOP**, è necessario interrompere immediatamente il lavoro. La mancata interruzione del lavoro o della scrittura può comportare l'annullamento dell'esame pratico.
- Dopo che il supervisore vi avrà detto di farlo, rimettere nella busta **solo il libretto delle risposte**. Il libretto delle domande può essere conservato. Non sigillare la busta. I supervisori la raccoglieranno insieme alle lastre TLC nel loro sacchetto.
- Non portare via la calcolatrice o qualsiasi altra cosa dal laboratorio, tranne i libretti delle domande.

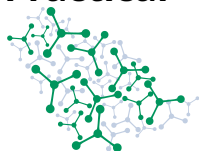


**BUONA FORTUNA!**

## Tavola Periodica

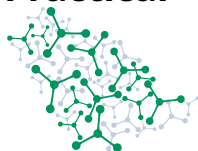
1 H 1.008																	2 He 4.003
3 Li 6.94	4 Be 9.01											5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.30	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.06	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.87	23 V 50.94	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 -



## Informazioni su problemi e valutazione

	<b>Titolo</b>	<b>Pagine delle domande</b>	<b>Pagine delle risposte</b>	<b>Punteggio totale</b>	<b>Percentuale</b>
1	Indicatori	6	4	<b>107</b>	16
2	Titolazioni su bilancia	11	11	<b>85</b>	24
				<b>Totale</b>	<b>40</b>



### Sicurezza

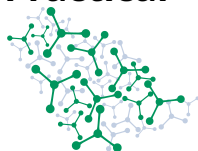
Quando sono in laboratorio gli studenti devono rispettare le regole:

- Non mangiare o bere in laboratorio. Non è consentito masticare gomme.
- Lavorare solo nell'area designata. Mantenere in ordine la propria area di lavoro e le aree di lavoro comuni.
- Non sono ammessi esperimenti non autorizzati. Non è consentito modificare gli esperimenti.
- Informare immediatamente l'assistente di laboratorio di eventuali fuoriuscite e rotture di oggetti di vetro. Informare gli assistenti di qualsiasi incidente.
- Tutti i rifiuti devono essere smaltiti correttamente per evitare contaminazioni o lesioni. Smaltire le soluzioni nei contenitori con le etichette corrette. Se un contenitore è pieno, informare l'assistente di laboratorio.
- Le lenti a contatto sono vietate in laboratorio.

Durante l'esame, gli studenti dovranno indossare:

- pantaloni che coprano interamente le gambe
- scarpe chiuse e basse;
- un camice da laboratorio con maniche lunghe
- occhiali di sicurezza adatti al contorno del viso;
- capelli lunghi e barba raccolti.

**Lo studente che non rispetterà queste regole non potrà accedere al laboratorio, pena l'annullamento della prova pratica e l'esclusione dall'esame pratico.**



### Dichiarazioni GHS

Le indicazioni di pericolo e di precauzione GHS associate ai materiali utilizzati sono indicate nei problemi. Il loro significato è il seguente:

#### Frase H Pericoli fisici

H225: Liquido e vapore altamente infiammabile

H272: Può intensificare l'incendio: ossidante

H290: Può essere corrosivo per i metalli

#### Frase H Pericoli per la salute

H301: Tossico se ingerito

H302: Nocivo se ingerito

H311: Tossico a contatto con la pelle

H314: Provoca gravi ustioni cutanee e danni agli occhi

H315: Provoca irritazione cutanea

H318: Provoca gravi lesioni oculari

H319: Provoca grave irritazione oculare

H331: Tossico se inalato

H332: Nocivo se inalato

H336: Può provocare sonnolenza o vertigini

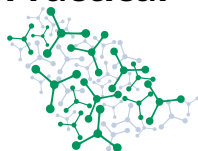
H351: Sospettato di provocare il cancro

H370: Provoca danni agli organi

H372: Provoca danni agli organi in caso di esposizione prolungata o ripetuta

#### Frase H Pericoli per l'ambiente

H400: Molto tossico per gli organismi acquatici

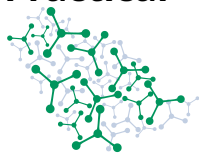


## Compito 1 Indicatori (tempo 1 h 45 min)

### Attrezzature e materiali

Articolo	Etichetta	Quantità	Posizione
Portaprovette (posizioni etichettate A1-E12)		1	banco
Provette, 5 cm <sup>3</sup>		40	Portaprovette
Soluzioni per gli indicatori	Codice studente + <b>A, B, C, D</b>	4 × 5 cm <sup>3</sup>	provette da centrifuga piccole, portaprovette
Eluenti di alcool isopropilico acidificato, E <sub>A</sub> , puro (neutro) E <sub>N</sub> , e base aggiunta, E <sub>B</sub>	E <sub>A</sub> , E <sub>N</sub> , E <sub>B</sub>	3 × 10 cm <sup>3</sup>	provette da centrifuga piccole, portaprovette
Capillari per deposizione		5	provetta per centrifuga, portaprovette
Pipette di plastica graduate, 3 cm <sup>3</sup>		15	banco
Pipette di plastica graduate, 1 cm <sup>3</sup>		5	portaprovette
Pinzette		1	portaprovette
Matita		1	portaprovette
Righello		1	banco
Lastrine TLC (silice polare), 4 × 8 cm	Codice studente sul sacchetto	4	in un sacchetto con chiusura a zip etichettato
Becker da 250 cm <sup>3</sup> per camere TLC		3	banco
Pezzi di foglio di alluminio (coperture della camera TLC), circa 10 × 10 cm		3	banco
Strisce di carta da filtro (per saturare la camera d'eluizione nell'esperimento TLC)		3	banco
Soluzioni incognite	Codice studente + 1 – 8	8 × 30 cm <sup>3</sup>	provette da centrifuga grandi
Soluzione 0.1 mol/dm <sup>3</sup> HCl	HCl	30 cm <sup>3</sup>	provetta da centrifuga grande

## Practical

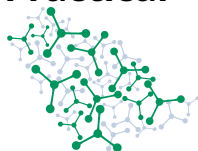


56<sup>th</sup> IChO International  
Chemistry Olympiad  
Saudi Arabia 2024

# Q1-2

Italian Final (Italy)

Pennarello indelebile		1	banco
Acqua distillata		1	spruzzetta di lavaggio
Tanica di acqua distillata	H <sub>2</sub> O		banchi
Occhiali di protezione		1	banco
Calcolatrice		1	banco
Penna		1	banco
Carta assorbente		1 rotolo	banco
Lampada UV per la visualizzazione della TLC		2 per lab	cappe
Guanti in nitrile			accanto alla lavagna
Contenitore per capillari usati			cappe



## Indicatori acido-base

Gli indicatori acido-base sono sostanze che mostrano colori diversi nelle loro forme protonate e deprotonate. Poiché ogni protonazione ha una costante di equilibrio diversa, il cambiamento di colore per i diversi indicatori avviene a un pH diverso. Pertanto, in una soluzione a un determinato pH, un indicatore può apparire "acido" e un altro "basico". In questo compito utilizzerete quattro indicatori. Uno di essi presenta due distinti cambiamenti di colore a due diversi valori di pH.

Il vostro obiettivo è trovare l'ordine dei loro pH di transizione e identificare le soluzioni di otto composti in base ai diversi pH. Inizierete gli esperimenti TLC con gli indicatori.

## Esperimenti TLC

Quattro provette da centrifuga, contrassegnate dalle lettere maiuscole **A-D**, contengono le soluzioni metanoliche dei quattro indicatori. Eseguire esperimenti TLC su una fase stazionaria di **gel di silice polare** utilizzando le quattro soluzioni di indicatori. Maneggiare le lastre con una pinzetta o toccarle solo sui bordi.

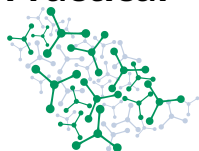
- Preparare 3 lastre con una linea di base e punti di deposizione per ogni indicatore usando la matita e il righello.
- Usare i capillari per deporre le soluzioni. Fare molta attenzione ai capillari durante il lavoro e gettarli nel contenitore apposito (sotto la cappa) dopo che tutte le piastre sono state sviluppate e sono pronte.
- Assicurarsi che le macchie siano asciutte e che tutto il solvente sia evaporato (almeno 2 minuti di attesa).
- Sviluppare le lastre utilizzando i tre eluenti di alcol isopropilico ( $E_A$  - acido,  $E_N$  - neutro,  $E_B$  - basico) nei becker **chiusi (ermeticamente) con fogli di alluminio**.
- Osservare i colori delle macchie sia durante la corsa che dopo l'asciugatura.
- Lasciare che la TLC si sviluppi per non meno di 20 minuti, e **continuare con gli altri esperimenti** mentre la TLC è in corso.
- Segnare i punti invisibili a occhio nudo con la matita utilizzando la lampada UV sotto cappa.
- Mettere le lastre correttamente identificate nella busta a chiusura lampo con il codice dello studente. Le piastre TLC saranno oggetto di valutazione (12 pt).

È possibile richiedere una nuova lastrina TLC senza incorrere in sanzioni.

**1.1** **Identificare** l'eluente che dà le macchie migliori e la migliore separazione dei singoli indicatori. **Segnare** il codice dell'eluente sul foglio delle risposte. 2 pt

In soluzione, la maggior parte di questi indicatori forma anioni. Solo una forma di uno degli indicatori osservabile sulle lastre TLC è una specie molecolare neutra. Nessuno degli altri tre indicatori ha una forma neutra negli eluenti utilizzati. Alcuni degli indicatori con più gruppi acidi possono anche formare





dianioni.

**1.2.** Sulla base delle vostre osservazioni, **identificare** le macchie contenenti le specie molecolari neutre. **Selezionare** l'indicatore che ha una forma neutra e **spuntare** l'eluente o gli eluenti in cui l'indicatore forma una specie neutra. 5 pt

**1.3.** Sulla base delle vostre osservazioni, **identificare** le macchie contenenti dianioni delle rispettive molecole degli indicatori. 4 pt

### Esperimenti di identificazione

Quattro provette da centrifuga, contrassegnate dalle lettere maiuscole **A-D**, contengono soluzioni metanoliche dei quattro indicatori. Ciascuna di esse è corredata di una pipetta di plastica. Le concentrazioni delle soluzioni di indicatore sono tali che una goccia di soluzione di indicatore è sufficiente per colorare diversi cm<sup>3</sup> di soluzione.

Ci sono otto grandi provette da centrifuga numerate **da 1 a 8**. Ogni provetta contiene una soluzione acquosa 0.1 mol/dm<sup>3</sup> di uno dei seguenti otto composti. Eseguire degli esperimenti per identificare il contenuto delle soluzioni sconosciute.

Oltre alle soluzioni incognite, è possibile utilizzare le soluzioni indicatrici **A-D**, l'acido cloridrico (anch'esso 0.1 mol/dm<sup>3</sup>) e l'acqua distillata.

H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	(COOH) <sub>2</sub>	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> COOH
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	NaOH	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> COONa	Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>

Suggerimento: il portaprovette ha posizioni etichettate (A1-E12).

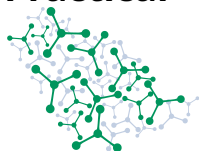
### Costanti di dissociazione

H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> : pK<sub>a</sub> = 9.15

H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> : pK<sub>a1</sub> = 2.15, pK<sub>a2</sub> = 7.20, pK<sub>a3</sub> = 12.35

CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>COOH : pK<sub>a</sub> = 4.87

(COOH)<sub>2</sub> : pK<sub>a1</sub> = 1.27, pK<sub>a2</sub> = 4.28



- 1.4. Indicare** i numeri delle provette da centrifuga contenenti i particolari composti nella tabella del foglio risposte. Se non si riesce a distinguere tra due o più soluzioni, **elenarle** come alternative per ottenere un voto parziale. 52 pt

Nelle prossime 3 domande dovete descrivere gli esperimenti e le osservazioni che avete utilizzato per distinguere alcune coppie di composti.

Descrivete gli esperimenti nel modo seguente:  $1 \text{ cm}^3 \text{ HCl} + 1 \text{ cm}^3 \text{ H}_2\text{O}$

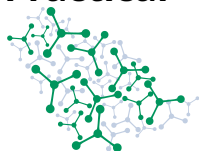
Utilizzate i seguenti codici colore indipendenti dal linguaggio: **N**: incolore, **R**: rosso, **G**: verde, **B**: blu, **Y**: giallo, **O**: arancione, **P**: rosa, **V**: viola, **Br**: marrone, **Bk**: nero, e le loro combinazioni: **YG**: verde giallastro, **BG**: verde azzurro.

N	R	G	B	Y	O	P	V	Br	Bk
YG	BG								

- 1.5 Specificare** sul foglio delle risposte gli esperimenti e le osservazioni su cui vi siete basati per distinguere  $(\text{COOH})_2 - \text{H}_3\text{PO}_4$ . 4 pt  
**Descrivere** l'esperimento nella colonna "EXP", **scrivere** il codice dell'indicatore nella colonna "ABCD" e il codice del colore osservato nella colonna "COLOR". Assicuratevi di aggiungere osservazioni per entrambe le soluzioni.

- 1.6 Specificare** sul foglio delle risposte gli esperimenti e le osservazioni su cui vi siete basati per distinguere  $\text{NaOH} - \text{Na}_3\text{PO}_4$ . 4 pt  
**Descrivere** l'esperimento nella colonna "EXP", **scrivere** il codice dell'indicatore nella colonna "ABCD" e il codice del colore osservato nella colonna "COLOR". Assicuratevi di aggiungere osservazioni per entrambe le soluzioni.

- 1.7 Specificare** sul foglio delle risposte gli esperimenti e le osservazioni su cui vi siete basati per distinguere  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH} - \text{CH}_3\text{CH}_2\text{COONa}$ . 4 pt  
**Descrivere** l'esperimento nella colonna "EXP", **scrivere** il codice dell'indicatore nella colonna "ABCD" e il codice del colore osservato nella colonna "COLOR". Assicuratevi di aggiungere osservazioni per entrambe le soluzioni.



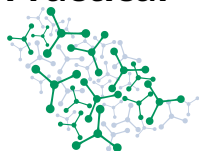
**1.8** **Selezionare** il codice dell'indicatore che cambia colore in modo distinto a due valori di pH e **indicare** il suo colore tra i due cambiamenti utilizzando i codici colore. 4 pt

**1.9** **Scrivere** i colori degli indicatori nelle soluzioni a pH  $\approx 1.5$  e pH  $\approx 13$  utilizzando i codici colore. 8 pt

**1.10** **Elencare** i codici delle lettere degli indicatori in ordine crescente di pH di transizione. Iniziare con l'indicatore che cambia colore nel mezzo più acido e assicurarsi che l'indicatore "a tre colori" appaia due volte. 8 pt

### Codici di pericolo GHS per le sostanze chimiche

Chimica	Codice di pericolo
Soluzioni degli indicatori	H225, H301, H302, H311, H319, H331, H370
Eluenti	H225, H302, H315, H319, H336
Soluzioni incognite	H314, H318, H319
Soluzione 0.1 mol/dm <sup>3</sup> HCl	H290

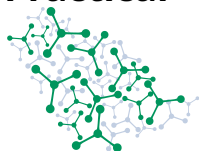


## Task 2 Titolazione su bilancia (tempo 3 h 15 min)

### Attrezzature e materiali

Articolo	Etichetta	Quantità	Posizione
Una scatola contenente gli oggetti per il Task 2		1	sul banco, preso dallo scaffale
Bilancia elettronica (precisione 0,01 g)		1	scatola
Beute (250 cm <sup>3</sup> )		3	scatola
Bicchieri di plastica (250 cm <sup>3</sup> )		24	scatola
Pipette di plastica graduate (contagocce) (3 cm <sup>3</sup> )		15	scatola
Spatole di plastica		3	scatola
Soluzione all'1% di amido	Amido	7 cm <sup>3</sup>	fiala piccola, scatola
Soluzione all'1% CuSO <sub>4</sub>	CuSO <sub>4</sub>	7 cm <sup>3</sup>	fiala piccola, scatola
Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · 5 H <sub>2</sub> O solido	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · 5 H <sub>2</sub> O	6 g	fiala piccola, scatola
KI solido	KI	10 g	fiala piccola, scatola
CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	30 cm <sup>3</sup>	provetta per centrifuga, scatola
Soluzione di KI ~1%	KI, codice studente	50 cm <sup>3</sup>	provetta per centrifuga, scatola
Soluzione di KMnO <sub>4</sub> ~1%	KMnO <sub>4</sub> , codice studente	100 cm <sup>3</sup>	bottiglia di vetro scuro, scatola
Soluzione di HCOONa ~0,6%	HCOONa, codice studente	80 cm <sup>3</sup>	bottiglia di plastica, scatola
Soluzione 1 mol dm <sup>-3</sup> H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	80 cm <sup>3</sup>	bottiglia di plastica, scatola
Soluzione di HCl al 20%	HCl	180 cm <sup>3</sup>	bottiglia di plastica, scatola
Soluzione di NaOH al 5%	NaOH	50 cm <sup>3</sup>	bottiglia di plastica, scatola
Soluzione satura BaCl <sub>2</sub>	BaCl <sub>2</sub>	50 cm <sup>3</sup>	bottiglia di plastica, scatola

## Practical

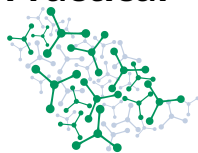


56<sup>th</sup> IChO International  
Chemistry Olympiad  
Saudi Arabia 2024

# Q2-2

Italian Final (Italy)

Calcolatrice		1	banco
Penna		1	banco
Pennarello indelebile		1	banco
Acqua distillata		1	spruzzetta
Occhiali di protezione		1	banco
Carta assorbente		1 rotolo	banco
Contenitori per rifiuti per le parti A, C, D (no organico)	Rifiuti (A, C, D)		Cappe
Contenitori per rifiuti per la parte B (organico)	Rifiuti (B)		Cappe
Guanti in nitrile			accanto alla lavagna
Tanica di acqua distillata	H <sub>2</sub> O		banchi



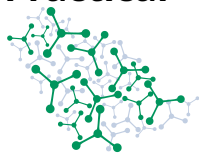
Il manganese ha una chimica varia ed è ampiamente utilizzato nella chimica analitica classica. Il composto di manganese più comunemente usato, il permanganato di potassio, è un forte ossidante il cui comportamento varia a seconda del pH. In questo compito, analizzerete le reazioni del permanganato e degli ioni ioduro in diverse condizioni.

## Procedura generale

Invece di un'accurata attrezzatura volumetrica (ad esempio, burette, pipette, matracci volumetrici), si utilizzerà una bilancia per misurare con precisione la massa delle soluzioni di reagente e di titolante.

- Utilizzare come contenitori i bicchieri di plastica monouso (tranne che per la parte B). Mescolare il contenuto dei bicchieri con un'attenta rotazione.
- Per trasferire le soluzioni è preferibile utilizzare pipette graduate di plastica monouso che possono essere utilizzate anche per la misurazione del volume.
- Azzerare regolarmente la bilancia senza alcun carico (premere TARE). Misurare e annotare la massa di ogni contenitore prima dell'uso. Si consiglia di non utilizzare il pulsante di tara con un recipiente.
- Non lasciare mai qualcosa sulla bilancia per un periodo prolungato e non sovraccaricarla (più di 500 grammi in totale) perché i sensori possono danneggiarsi. Tutti i vostri contenitori rientrano nel limite massimo di carico.
- Riportare tutte le masse misurate nelle apposite caselle dei fogli di risposta.
- Aggiungere i reagenti di partenza al contenitore; misurare e registrare le masse necessarie. Rimuovere il contenitore dalla bilancia.
- Durante la titolazione, misurare complessivamente la massa del titolante, del suo contenitore e della pipetta utilizzata per aggiungerlo. Registrare questa massa sia prima della titolazione che una volta raggiunto il punto finale.
- Non eseguire mai le titolazioni sulla bilancia, perché questa ha una compensazione incorporata per le variazioni lente (cioè le gocce) e i risultati potrebbero essere imprecisi se si aggiungono gocce a un contenitore sulla bilancia.
- Continuare ad aggiungere il reagente fino al completamento della reazione. Annotare la massa del titolante, del suo contenitore e della pipetta utilizzata per aggiungerlo. Dedurre la massa della soluzione titolante utilizzata.
- I punti critici sono diversi rispetto a quelli di una normale titolazione. I contenitori non devono bagnarsi all'esterno. L'aggiunta di qualcosa al contenitore di reazione da pesare o il trasferimento del reagente dal contenitore da misurare richiede attenzione e considerazione.
- Come di consueto in chimica analitica, ripetere l'intera procedura se si ritiene necessario. La riproducibilità di questo metodo è paragonabile, ma non così elevata come quella di una titolazione volumetrica. Riportare i singoli risultati e il valore accettato per i calcoli.
- Se la bilancia è sottocarico (viene visualizzato |\_\_\_\_|), premere a lungo il pulsante ON/OFF per spegnerla.
- La bilancia si spegne dopo 3 minuti di inattività.
- Quando si usano i guanti, tenere le mani lontane dal piatto della bilancia durante la lettura della massa per evitare effetti elettrostatici.
- Se la bilancia si comporta in modo strano o visualizza un messaggio, chiedere assistenza al super-

## Practical



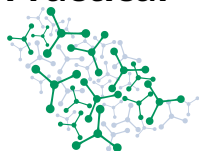
56<sup>th</sup> IChO International  
Chemistry Olympiad  
Saudi Arabia 2024

# Q2-4

Italian Final (Italy)

---

visore del laboratorio.



Utilizzare le seguenti masse molari nei vostri calcoli:

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	$\text{KMnO}_4$	KI
$248.18 \text{ g mol}^{-1}$	$158.11 \text{ g mol}^{-1}$	$158.03 \text{ g mol}^{-1}$	$166.00 \text{ g mol}^{-1}$

## Parte A Determinazione della concentrazione esatta della soluzione di permanganato in una soluzione acida diluita

Il permanganato è usato più spesso in mezzi acidi (per esempio, acido solforico diluito), perché le sue reazioni sono di solito veloci e quantitative. Si dispone di una soluzione di permanganato ( $\text{KMnO}_4$ , frazione di massa pari a circa l'1%).

Sciogliere circa 2.5 g di  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$  cristallino puro ( $M = 248.18 \text{ g mol}^{-1}$ ) in acqua per ottenere circa 50 g di soluzione in un bicchiere di plastica.

**A.1** **Riportare** sul foglio delle risposte le masse esatte utilizzate durante la preparazione della soluzione di tiosolfato. 0.0 pt

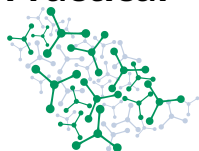
**A.2** **Calcolare** la frazione di massa ( $w_1$ ) di  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  ( $M = 158.11 \text{ g mol}^{-1}$ ) nella soluzione preparata. 2.0 pt

- Aggiungere 5 g della soluzione di permanganato in un bicchiere di plastica e registrare la massa esatta.
- Aggiungere  $10 \text{ cm}^3$  di  $1 \text{ mol dm}^{-3} \text{ H}_2\text{SO}_4$  e 2 g di KI **solido**.
- Titolare lo iodio formato con la soluzione di tiosolfato.
- Aggiungere 10 gocce di soluzione di amido vicino al punto finale.
- Ripetere la titolazione se necessario.

**A.3** **Riportare** sul foglio delle risposte tutte le misure grezze (le masse ricavate dalla bilancia) necessarie per riportare i dati nella domanda A.4. 0.0 pt

**A.4** **Riportare** le masse delle vostre titolazioni nella tabella del foglio delle risposte. Per ogni titolazione **riempire** una colonna. **Indicare** la massa della soluzione  $\text{KMnO}_4$  ( $m(\text{KMnO}_4)$ ) e la massa della soluzione  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  ( $m(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$ ) e **calcolare** la massa della soluzione  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  necessaria per 5,00 g di soluzione di permanganato ( $m_{5,00 \text{ g}}(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$ ). 1.0 pt

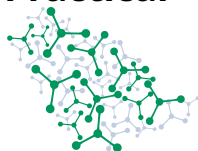




**A.5** Indicare il valore accettato per la massa di soluzione di tiosolfato ( $m_1$ ) necessaria per 5.00 g soluzione di permanganato. 15.0 pt

**A.6** Indicare le equazioni ioniche bilanciate relative alla titolazione. 4.0 pt

**A.7** Calcolare la frazione di massa ( $w_2$ ) di  $\text{KMnO}_4$  ( $M = 158.03 \text{ g mol}^{-1}$ ) nella soluzione di permanganato. 3.0 pt



## Parte B Reazione di ioduro e permanganato in soluzione di acido cloridrico concentrato

In presenza di acido cloridrico concentrato (>15%), il permanganato dà lo stesso prodotto di riduzione della parte A, ma lo ioduro viene ossidato in un prodotto diverso.

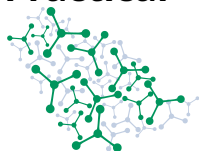
- Utilizzare una beuta. Aggiungere 10 g di soluzione di KI (frazione di massa pari a circa l'1%) nella beuta e registrare la massa esatta della soluzione.
- Aggiungere 30 g della soluzione di HCl al 20% e 5 cm<sup>3</sup> di CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>.
- Iniziare immediatamente la titolazione con la soluzione di permanganato, lentamente e con intense rotazioni. Seguire la massa della bottiglia contenente il titolante e non la miscela di reazione.
- Il punto finale della titolazione si ha quando il colore che si vede durante la titolazione scompare completamente dalla fase organica.
- Lasciare il tempo necessario per stabilire l'equilibrio di ripartizione tra le due fasi.
- Ripetere la titolazione se necessario.
- Se si desidera riutilizzare un contenitore, gettare il contenuto nella tanica etichettata "Rifiuti B" sotto la cappa. Lavare il contenitore nel lavandino e asciugare l'esterno con carta assorbente.

**B.1** **Riportare** sul foglio delle risposte tutte le misure grezze (le masse ricavate dalla bilancia) necessarie per riportare i dati nella domanda B.2. 0.0 pt

**B.2** **Riportare** le masse delle titolazioni nella tabella del foglio risposte. Per ogni titolazione **riempire** una colonna. **Indicare** la massa della soluzione KI ( $m(\text{KI})$ ) e la massa della soluzione KMnO<sub>4</sub> ( $m(\text{KMnO}_4)$ ) e **calcolare** la massa della soluzione KMnO<sub>4</sub> necessaria per la soluzione 10.00 g KI ( $m_{10.00\text{g}}(\text{KMnO}_4)$ ). 1.0 pt

**B.3** **Indicare** il valore accettato per la massa di soluzione di permanganato ( $m_2$ ) necessaria per 10.00 g soluzione di KI. 15.0 pt

**B.4** **Riportare** sul foglio delle risposte il colore della fase organica prima della fine della titolazione e la specie che causa questo colore.  
a) Viola MnO<sub>4</sub><sup>-</sup> b) Viola I<sub>2</sub> c) Marrone MnO<sub>4</sub><sup>-</sup> d) Marrone I<sub>2</sub> 2.0 pt



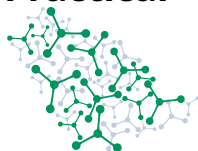
- B.5** **Scegliere** sul foglio delle risposte la spiegazione del perché il colore del permanganato in eccesso non si vede al termine della titolazione. 2.0 pt
- a) Gli ioni permanganato si disproporzionano e diventano marroni in soluzioni molto acide.  
b) Gli ioni permanganato reagiscono con gli ioni cloruro presenti.  
c) Gli ioni permanganato reagiscono con il diclorometano.  
d) Il colore del permanganato è visibile solo in soluzione acquosa.

- B.6** **Calcolare** il rapporto stechiometrico tra permanganato e ioduro,  $\frac{n(\text{MnO}_4^-)}{n(\text{I}^-)}$  per la reazione di titolazione utilizzando la composizione approssimativa della soluzione di ioduro (1%). **Riportare** i passaggi che giustificano la risposta data. 2.0 pt

- B.7** **Indicare** lo stato di ossidazione intero dello iodio nel prodotto dominante formato. **Riportare** i passaggi che giustificano la risposta data. 2.0 pt

Nota: i punteggi migliori non vengono necessariamente assegnati alle misure che riproducono i valori interi attesi nei risultati.

- B.8** Si può ipotizzare che la reazione che porta a questo prodotto sia quantitativa. **Calcolare** la frazione di massa esatta ( $w_3$ ) di KI ( $M = 166.00 \text{ g mol}^{-1}$ ) nella soluzione. **Riportare** i passaggi che giustificano la risposta data. 3.0 pt



### Parte C La reazione del permanganato in una soluzione fortemente alcalina

Il permanganato è un forte ossidante anche in soluzioni molto basiche, ma il prodotto della riduzione è lo ione manganato verde ( $\text{MnO}_4^{2-}$ ). Seguire attentamente l'ordine dei passaggi.

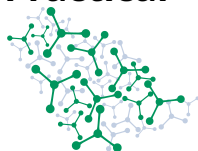
- Aggiungere 5 g della soluzione  $\text{KMnO}_4$  in un bicchiere di plastica e registrare la massa esatta.
- Aggiungere  $5 \text{ cm}^3$  della soluzione satura di  $\text{BaCl}_2$ .
- Aggiungere 10 gocce di soluzione all'1% di  $\text{CuSO}_4$  per catalizzare la reazione di titolazione.
- Aggiungere  $2.5 \text{ cm}^3$  di soluzione di  $\text{NaOH}$  al 5%.
- Iniziare immediatamente la titolazione con la soluzione di  $\text{HCCOONa}$ . Aggiungere sempre il titolante goccia a goccia.
- Quando il titolante viene aggiunto lentamente, il precipitato di manganato di bario nero-bluastro desiderato appare dall'inizio della titolazione. Continuare ad aggiungere il titolante goccia a goccia fino al punto finale.
- Il precipitato scuro rende difficile l'osservazione della soluzione, ma la presenza o l'assenza di permanganato non reagito nella soluzione può essere vista chiaramente su uno sfondo bianco.
- Ripetere la titolazione se necessario.

**C.1** Riportare sul foglio delle risposte tutte le misure grezze (le masse ricavate dalla bilancia) necessarie per riportare i dati nella domanda C.2. 0.0 pt

**C.2** Riportare le masse delle vostre titolazioni nella tabella del foglio delle risposte. 1.0 pt  
Per ogni titolazione riempire una colonna.  
Indicare la massa della soluzione  $\text{KMnO}_4$  ( $m(\text{KMnO}_4)$ ) e la massa della soluzione  $\text{HCOONa}$  ( $m(\text{HCOONa})$ ) e calcolare la massa della soluzione  $\text{HCOONa}$  necessaria per 5,00 g di soluzione di permanganato ( $m_{5,00 \text{ g}}(\text{HCOONa})$ ).

**C.3** Indicare il valore accettato per la massa di soluzione di  $\text{HCOONa}$  ( $m_3$ ) necessaria per 5,00 g di soluzione di permanganato. 10.0 pt

**C.4** Fornire un'equazione ionica bilanciata per l'ossidazione del formiato da parte del permanganato in una soluzione fortemente basica in presenza di cloruro di bario. Indicare lo stato fisico (s = solido, g = gassoso, aq = soluzione acquosa, l = liquido) per ciascun prodotto e reagente. 2.0 pt

**Parte D Reazione di ioduro e permanganato in una soluzione fortemente alcalina**

In queste condizioni lo ioduro darà un prodotto di ossidazione diverso da quello della parte A e B.

Effettuare una diluizione di 5 volte della soluzione di KI. Preparare circa 40 g di soluzione diluita.

**D.1** **Riportare** le masse esatte utilizzate durante la preparazione della soluzione diluita di KI. 0.0 pt

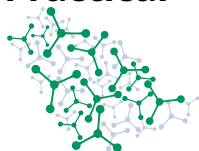
**D.2** **Calcolare** la frazione di massa ( $w_4$ ) di KI nella soluzione diluita preparata. 1.0 pt

**Seguire** attentamente **l'ordine** dei passaggi.

- Aggiungere 1 cm<sup>3</sup> di soluzione di NaOH al 5% in un bicchiere di plastica.
- Aggiungere 3 g della soluzione di KI **diluita** e registrare la massa esatta.
- Aggiungere 10 g della soluzione KMnO<sub>4</sub> e registrare la massa esatta.
- Aggiungere 10 gocce di soluzione all'1% di CuSO<sub>4</sub> per catalizzare la reazione di titolazione.
- Aggiungere quindi 5 cm<sup>3</sup> della soluzione satura di BaCl<sub>2</sub>.
- La miscela diventerà ancora più scura a causa della formazione del precipitato nero-bluastro di manganato di bario.
- Iniziare immediatamente la titolazione con la soluzione di HCOONa. Aggiungere sempre il titolante goccia a goccia.
- Il precipitato scuro rende difficile l'osservazione della soluzione, ma la presenza o l'assenza di permanganato non reagito nella soluzione può essere vista su uno sfondo bianco.
- Ripetere la titolazione se necessario.

**D.3** **Riportare** sul foglio delle risposte tutte le misure grezze (le masse ricavate dalla bilancia) necessarie per riportare i dati in D.4. 0.0 pt

**D.4** **Riportare** le masse delle vostre titolazioni nella tabella del foglio delle risposte. 1.0 pt  
Per ogni titolazione **riempire** una colonna.  
**Indicare** la massa della soluzione KI ( $m(\text{KI})$ ), la massa della soluzione KMnO<sub>4</sub> ( $m(\text{KMnO}_4)$ ) e la massa della soluzione HCOONa ( $m(\text{HCOONa})$ ).

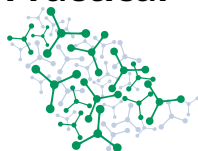


**D.5** Per ogni titolazione, **calcolare** la massa della soluzione di  $\text{KMnO}_4$  che ha reagito con 10,00 g di soluzione diluita di KI ( $m_{D, 10.00 \text{ g}(\text{KMnO}_4)}$ ). **Riportare** il valore accettato ( $m_4$ ). 14.0 pt

**D.6** **Calcolare** il rapporto stechiometrico tra permanganato e ioduro,  $\frac{n(\text{MnO}_4^-)}{n(\text{I}^-)}$  per la reazione in una soluzione fortemente basica. **Riportare** i passaggi che giustificano la risposta data. 2.0 pt

Nota: i punteggi migliori non vengono necessariamente assegnati alle misure che riproducono i valori interi attesi nei risultati.

**D.7** **Indicare** il numero intero di ossidazione dello iodio nel/i prodotto/i. 2.0 pt



## Codici di pericolo GHS per le sostanze chimiche

Chimica	Codice di pericolo
Soluzione all'1% di amido	Nessun pericolo
Soluzione all'1% CuSO <sub>4</sub>	H319, H412
Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · 5 H <sub>2</sub> O solido	H315, H319, H335
KI solido	H372
CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	H351
Soluzione di KI ~1%	H372
Soluzione di KMnO <sub>4</sub> ~1%	H272, H302, H400
Soluzione di HCOONa ~0,6%	Nessun pericolo
Soluzione di 1 mol dm <sup>-3</sup> H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	H290, H314, H315, H318, H319
Soluzione di HCl al 20%	H290, H314, H335
Soluzione di NaOH al 5%	H290, H314, H315
Soluzione satura BaCl <sub>2</sub>	H301, H332, H319