

**ESAMI DI STATO DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI
CHIMICO
I SESSIONE 2026**

TRACCE PRIMA PROVA SCRITTA

Busta 1

- Illustrare le principali tecniche analitiche strumentali utilizzate nel controllo della qualità dei prodotti alimentari, mettendo in evidenza i parametri monitorati, i criteri di confronto e alcuni casi applicativi.
- Generalità sulle metodiche cromatografiche. Eventuali applicazioni reali attuali.
- Tecniche utilizzate per la caratterizzazione dei materiali solidi: descrizione di funzionamento, esempi di applicazione e preparazione dei campioni.
- Misure di tipo calorimetrico: principi di funzionamento delle diverse tecniche, informazioni ottenibili, condizioni operative di analisi.

Busta 2

- Illustrare le principali tecniche analitiche strumentali impiegate nel monitoraggio ambientale, evidenziandone i parametri di interesse, le differenze operative e alcuni esempi di applicazione.
- Descrivere le principali tecniche microscopiche utilizzate per la caratterizzazione dei materiali attraverso esempi applicativi.
- Presentare i principali rivelatori utilizzati nella gascromatografia, descrivendone il principio di funzionamento, le caratteristiche distintive e le applicazioni più comuni.
- Metodi per determinare la purezza di una sostanza: discutere alcuni casi possibili in base al tipo di sostanza, all'ambito applicativo, al livello di accuratezza e sensibilità richiesta

Busta 3

- Descrivere le metodologie analitiche impiegate per la determinazione della struttura dei composti organici, evidenziandone principi e principali campi di applicazione.
- Presentare le tecniche di analisi termica utilizzate per la caratterizzazione dei materiali, illustrandone i principi di funzionamento e fornendo esempi di impiego.
- Descrivere le principali tecniche spettroscopiche utilizzate per la caratterizzazione dei materiali, mettendone a confronto i principi di funzionamento e gli ambiti applicativi.
- Descrivere le principali tecniche di separazione attraverso esempi applicativi.

TRACCE SECONDA PROVA SCRITTA

Busta 1

- Impianti di depurazione di scarichi industriali: sistemi di trattamento e loro finalità, parametri da monitorare e problematiche associate, normativa ambientale di riferimento.
- Discutere l'importanza della catalisi nelle reazioni in ambito industriale con corredo di esempi specifici.
- Il prefisso "bio" è utilizzato in diversi settori industriali, dalla chimica bio-based alle bioplastiche. Fornire esempi concreti e indicare processi industriali o prodotti specifici, spiegando l'importanza e il significato dell'indicazione "Bio"
- Le biotecnologie applicate alla chimica farmaceutica: principi, problematiche associate, applicazioni e sviluppi futuri.

Busta 2

- Trattamento di rifiuti solidi urbani: matrici da monitorare, problematiche associate e normativa di riferimento.
- I processi di raffinazione del petrolio: finalità e descrizione.
- Si scelga uno tra i principali processi di separazione fisica (distillazione, estrazione o filtrazione) e se ne illustri i principi fondamentali, le modalità operative e i principali ambiti di applicazione industriale.
- L'importanza dello studio della correlazione struttura-attività farmacologica per lo sviluppo di nuovi farmaci nella cura di patologie specifiche.

Busta 3

- Per un processo chimico industriale (sintesi, formulazione, purificazione) si descrivano metodologie di controllo analitico degli inquinanti/principi attivi prodotti, che costituiscono un fattore di rischio chimico per la salute, la sicurezza o l'ambiente.
- Fonti energetiche per i processi chimici industriali: confronto tra combustibili fossili e energie rinnovabili.
- Trattamenti dei rifiuti plastici: descrizione, impatto ambientale e sostenibilità.
- Metodologie per il rilascio mirato di farmaci: principi di funzionamento ed esempi specifici in funzione delle patologie da trattare.

DOMANDE PROVA ORALE

- Titolazioni acido-base. Concetti generali di acidità e basicità.
- Tecniche di microscopia per l'analisi di materiali.
- Diagrammi di stato.
- Composti organici ossigenati: sintesi, proprietà e reattività.
- Le diverse condizioni per le quali avviene la radiazione dall'Albo dell'Ordine dei Chimici ai sensi del codice deontologico vigente.
- Determinazione del pH.
- Spettroscopia UV-Vis: principi e tecniche.
- Errori, accuratezza e precisione di un metodo analitico e corretta espressione del risultato.
- Polimeri naturali e di sintesi.
- I requisiti essenziali per l'iscrizione all'Albo dell'Ordine dei Chimici.
- Titolazioni di ossido-riduzione.
- Spettroscopie di emissione ed assorbimento atomico.
- Calore specifico di una sostanza.
- idrocarburi policiclici aromatici.
- I doveri principali di un Chimico nell'ambito della sua attività professionale ai sensi del codice deontologico vigente.

TRACCE PROVA PRATICA

BUSTA n° 1

DETERMINAZIONE DELLA CONCENTRAZIONE DI UNA SOLUZIONE ACQUOSA DI ACQUA OSSIGENATA COMMERCIALE

DESCRIZIONE DEGLI ANALITI E PRINCIPIO DEL METODO

L'acqua ossigenata destinata alla vendita farmaceutica è in realtà una soluzione diluita di perossido di idrogeno in acqua, stabilizzata in genere con tracce di un inibitore organico (acetanilide) per rallentare la dismutazione spontanea del perossido di idrogeno in acqua e ossigeno molecolare. Proprio per questa sua caratteristica, la principale concentrazione che si utilizza per le soluzioni commerciali sono i cosiddetti "volumi di ossigeno": ad esempio, una soluzione al 3.0% (*m/m*) di acqua ossigenata viene etichettata come una "10 volumi" di O₂.

L'analisi si svolge con retro-titolazione permanganometrica: un'aliquota del campione viene fatta reagire con un eccesso noto di ioni ferrosi (Fe²⁺(aq)) in soluzione acquosa acida: questi vengono istantaneamente ossidati dal perossido di idrogeno e gli ioni ferrosi non reagiti vengono determinati tramite titolazione diretta con lo ione permanganato, sfruttando il suo intenso colore viola come indicatore per individuare il punto equivalente. Per differenza si ottiene la quantità di ioni ferrosi reagiti con il perossido di idrogeno e, nota la stechiometria della reazione, si determina la quantità di H₂O₂ presente, quindi la concentrazione della soluzione di acqua ossigenata e i "volumi" da apporre in etichetta.

APPARECCHIATURE, VETRERIA, REAGENTI

- bilancia tecnica;

- buretta capacità 25 mL e beute capacità 250 mL;
- becker capacità 50 mL e agitatore di vetro;
- cilindro graduato capacità 100 mL e capacità 5 mL;
- soluzione di acqua ossigenata (M.M. H_2O_2 : 34.014 [g/mol]; M.eq. H_2O_2 : 17.007 [eq/mol])
- soluzione di permanganato di potassio, standardizzata $\approx$ 20 mM ($\approx$ 0,1 N);
- acido solforico H_2SO_4 diluito 2 N (1 M);
- acido fosforico H_3PO_4 concentrato 85% (m/m);
- $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 6 H_2O$ (sale di Mohr; M.M.: 392.14 [g/mol] = M.eq.)

NOTE DI SICUREZZA

- Utilizzare i DPI e indossare abiti adeguati al lavoro in contesto laboratoriale.
- Manipolare con cura i reagenti e smaltirli negli appositi contenitori a esperienza conclusa.
- Prestare particolare attenzione alle soluzioni di acido fosforico (fortemente concentrato) e di permanganato (forte ossidante intensamente colorato che macchia e reagisce rapidamente).
- Dopo la consegna dell'elaborato, pulire accuratamente la vetreria fornita, assicurandosi di lasciarla ad asciugare dopo deionizzazione.

PROCEDURA

- Pesare, in un becker di capacità 50 mL, esattamente circa due grammi (1.90 – 2.10) di sale di Mohr: aggiungere circa 20 – 40 mL di acido solforico 2 N e mescolare con l'agitatore di vetro *lentamente*, per evitare fuoriuscite dal contenitore con conseguente perdita di sostanza, fino a completa dissoluzione del sale.
- Pesare esattamente un'aliquota di circa due grammi (1.90 – 2.10) direttamente in una beuta pulita ed asciutta di capacità 250 – 300 mL, utilizzando una bilancia tecnica.
- Aggiungere alla beuta circa 70 mL di soluzione di acido solforico 1 M e omogeneizzare.
- Trasferire quantitativamente la soluzione acquosa precedentemente ottenuta di ioni ferrosi all'interno della beuta contenente l'analita, facendo scivolare lentamente la soluzione dal beccuccio del beckerino lungo l'agitatore di vetro: la soluzione si colorerà di giallo paglierino tipico degli ioni ferrici ($Fe^{3+}(aq)$), frutto dell'ossidazione degli ioni ferrosi da parte del perossido di idrogeno. In queste fasi è fondamentale che tutto il contenuto del beckerino venga trasferito all'interno della beuta: effettuare dunque almeno tre lavaggi accurati di becker e agitatore con poca acqua deionizzata affinché il trasferimento possa dirsi quantitativo.

- Aggiungere alla beuta circa 5 mL di acido fosforico prelevati con un cilindro graduato di capacità adeguata, per complessare gli ioni ferrici ed eliminare la colorazione gialla che renderebbe meno agevole la determinazione visiva del punto equivalente in fase di titolazione: mescolare con cura la soluzione.
- Procedere a svolgere la titolazione, avendo precedentemente già preparato e normalizzato la buretta: aggiungere goccia a goccia alla beuta la soluzione di permanganato, che si decolora ossidando istantaneamente gli ioni ferrosi avanzati dalla fase precedente, fino a raggiungimento del viraggio (la prima goccia di permanganato in eccesso rende la soluzione rosa tenue persistente).
- Eseguire almeno due repliche che forniscano risultato congruente.

CALCOLI ED ESPRESSIONE DEL RISULTATO

Calcolare la quantità in % (*m/m*) del perossido di idrogeno nel campione utilizzando la normalità (eq/L); oppure tramite i conti stechiometrici molari (mol/L) noti i seguenti processi di riduzione:

- $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) + 2 \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons 4 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad E^\circ = + 1.77$

[V]

- $\text{MnO}_4^-(\text{aq}) + 8 \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + 5 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 12 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad E^\circ = + 1.51$

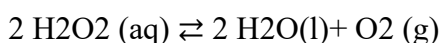
[V]

- $\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) \quad E^\circ = + 0,77 \text{ [V]}$

[V]

Determinare dunque i “volumi di ossigeno” da inserire in etichetta: corrispondono al volume di ossigeno liberato, in condizioni termodinamiche normali (0 °C e 1 atm), dalla completa decomposizione di 1 litro di soluzione di acqua ossigenata ($\square \square 1.0 \text{ [g/mL]}$) nel range di diluizione

commerciale) secondo la seguente dismutazione:



e ricordando che in condizioni normali è valida l'equazione dei Gas Perfetti (per la quale il volume di una mole di un qualunque gas occupa 22.414 L).

I “volumi di ossigeno” delle soluzioni commerciali diluite vengono espressi solo con numeri interi, proprio perché la lenta dismutazione del perossido di idrogeno non garantisce una precisione maggiore che possa essere valida per tutto il periodo di durata indicata dalla data di scadenza (approssimare dunque il risultato in maniera adeguata).

Stilare una breve relazione sul trattamento dei dati, sulla concentrazione percentuale della soluzione e specificare i “volumi di ossigeno” da inserire in etichetta.

BUSTA n° 2

DETERMINAZIONE DELLA QUANTITA' DI ACIDO ASCORBICO PRESENTE NELL'ASPIRINA EFFERVESCENTE

DESCRIZIONE DEGLI ANALITI E PRINCIPIO DEL METODO

Una pasticca effervescente del farmaco Aspirina C (un noto antiinfiammatorio in commercio), dal peso approssimativo di 3 g, è composta per un decimo circa dal principio attivo (acido acetilsalicilico) e per larga parte dagli eccipienti che hanno lo scopo di generare al contatto con l'acqua il sistema effervescente che consente la completa solubilizzazione della pasticca (tamponi acido citrico/citrato e carbonato/idrogenocarbonato).

Circa l'8% in peso è il contenuto corrispondente all' acido L-ascorbico, più comunemente noto come vitamina C, aggiunto nella formulazione come nutraceutico essendo ormai noti da tempo i suoi effetti positivi (e alcuni essenziali) sul funzionamento del sistema immunitario.

La vitamina C è inoltre un eccellente antiossidante e, vista la composizione estremamente semplice della pasticca, si può sfruttare questa peculiarità per effettuarne l'analisi quantitativa diretta tramite una titolazione redox, senza necessariamente ricorrere a metodiche strumentali.

L'analisi si basa dunque su una titrimetria iodimetrica di una pasticca direttamente sciolta in acqua: i sistemi tampone presenti garantiscono un pH di lavoro adeguato, aggiungendo alla soluzione solo il canonico indicatore di ossido-riduzione per determinare il punto equivalente nelle titolazioni che coinvolgono una soluzione di iodio standardizzata: la salda d'amido.

APPARECCHIATURE, VETRERIA, REAGENTI

- buretta graduata capacità 25 mL;
- matraccio tarato capacità 200.0 mL;
- pipetta tarata capacità 50.0 mL con propipetta;
- beute capacità 250/300 mL;
- cilindro graduato capacità 50 mL e becker capacità 150 mL;
- vetrini da orologio, agitatore e pipetta Pasteur (con tettarella in lattice);
- soluzione di Iodio ($\sim 0,05$ M) a titolo noto;
- soluzione indicatrice salda d'amido;

NOTE DI SICUREZZA

- Utilizzare i DPI e indossare abiti adeguati al lavoro in contesto laboratoriale.
- Manipolare con cura i reagenti (lo Iodio Iodurato tende a sporcare molto a causa della forte tendenza a ridursi e iodio molecolare solido).
- Pulire accuratamente la vetreria fornita, assicurandosi di lasciarla ad asciugare deionizzata.

PROCEDURA

Ø Dissolvere una pasticca di Aspirina C in circa 30 – 50 mL di acqua deionizzata all'interno del becker, ponendo attenzione all'effervescenza che si svilupperà. A dissoluzione completa, trasferire quantitativamente la soluzione all'interno di un matraccio tarato da 200 mL.

Ø Portare a volume accuratamente il matraccio e agitare per omogeneizzare la soluzione.

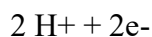
Ø Prelevare esattamente tre aliquote da 50.0 mL trasferendole nelle beute a disposizione.

Ø Aggiungere alla prima aliquota circa 50 mL di acqua, circa 1 – 2 mL di soluzione indicatrice e procedere alla titolazione con la soluzione acquosa di iodio ~0,05 M (adeguatamente preparata nella buretta) fino a viraggio dell'indicatore (da incolore a blu chiaro).

Ø Ripetere le operazioni sulle altre aliquote a disposizione, in modo da ottenere almeno due repliche con risultati congruenti.

CALCOLI ED ESPRESSIONE DEL RISULTATO

In quanto antiossidante, l'acido ascorbico si comporta da riducente e viene ossidato dalla soluzione acquosa di iodio a titolo noto, sciolto sotto forma di ione I_3^- (aq):



Tenendo conto di ciò, determinare la quantità in mg di acido ascorbico presenti nella pasticca iniziale, basandosi sulla quantità usata di iodio standardizzato.

Fornire i risultati con la media aritmetica di almeno due repliche con valori congruenti e stilare una breve relazione sull'attività svolta.

BUSTA n° 3

DETERMINAZIONE DELLO IODIO NEL SALE IODATO DA CUCINA

DESCRIZIONE DEGLI ANALITI E PRINCIPIO DEL METODO

Lo iodio è un micronutriente essenziale presente nell'organismo umano in piccole quantità (15–20 mg) e concentrato quasi esclusivamente nella tiroide, ghiandola endocrina posta alla base del collo, che produce due ormoni (tiroxina o T4 e triiodotironina, o T3, contenenti iodio nella loro struttura) i quali regolano numerosi processi metabolici nella maggior parte delle cellule e svolgono un ruolo importantissimo nelle prime fasi della crescita e nello sviluppo di diversi organi, in particolare del cervello.

L'assunzione di piccole quantità di iodio nella dieta (150 – 200 mg al giorno) è dunque fondamentale per l'organismo, tuttavia si trova in effetti solo in tracce in molti cibi (salvo alcune eccezioni, come alghe e crostacei, poco caratteristici della dieta mediterranea e centro europea). Per gli abitanti delle zone costiere, parte dell'assunzione può essere mediata dalla respirazione dell'aereosol marino, ma spesso non è sufficiente (specie in località poco ventose): per sopperire alla povertà di iodio nella dieta ed evitare così le relative patologie, negli ultimi anni sono diffusi commercialmente sali da cucina arricchiti in iodio.

Le principali fonti di iodio usate sono sali di ioduri o di iodati (di sodio o potassio). Gli ioduri tendono, a contatto con l'ossigeno (specie in ambiente acido) ad ossidarsi a iodio molecolare, che causa un ingiallimento del prodotto: spesso quindi sono aggiunti conservanti adeguati per impedire questo

deterioramento (tiosolfati e destrosio come antiossidanti). Per questo motivo, quasi ovunque in Italia i “sali iodurati” sono stati soppiantati da “sali iodati”, in concentrazione circa 0,005 % (m/m).

L'analisi si svolge con titolazione iodometrica: facendo reagire gli ioni iodato in presenza di ioni ioduro, si forma iodio molecolare che può essere determinato con una soluzione a titolo noto di ione tiosolfato, tramite una titolazione in presenza del canonico indicatore che coinvolge lo iodio: la salda d'amido.

APPARECCHIATURE, VETRERIA, REAGENTI

- bilancia tecnica;
- becco Bunsen a metano, sormontato da treppiedi e reticella spargifiamma;
- buretta capacità 25 mL e beute capacità 500 mL;
- pipette graduate capacità 5 mL;
- soluzione di tiosolfato di sodio (o potassio), standardizzata ~0,01 N;
- soluzione indicatrice salda d'amido;
- acido solforico diluito 0,5M;
- soluzione satura di ioduro di sodio (o potassio);

NOTE DI SICUREZZA

- Utilizzare i DPI e indossare abiti adeguati al lavoro in contesto laboratoriale.
- Manipolare con cura i reagenti e smaltirli negli appositi contenitori a esperienza conclusa.
- Prestare particolare attenzione alle soluzioni acide e durante le fasi di riscaldamento.

PROCEDURA

Ø Pesare esattamente un'aliquota di circa 55 - 65 grammi su bilancia tecnica, direttamente in una beuta pulita ed asciutta di capacità 500 mL.

Ø Sciogliere il campione in circa 250 – 350 mL di acqua deionizzata, scaldando la beuta sul Bunsen; non effettuando purificazioni, la soluzione potrebbe contenere sul fondo residui di impurità insolubili (anti agglomeranti e tracce di composti a base di ferro), che tuttavia non inficiano l'efficacia dell'analisi.

Ø Aggiungere 5 mL di acido solforico diluito.

Ø Inserire, non a caldo, 3 mL di soluzione satura di KI (o NaI); nell'attesa che la soluzione raggiunga temperatura ambiente, è possibile portarsi avanti e iniziare a sciogliere a caldo una seconda aliquota di campione e/o normalizzare adeguatamente la buretta.

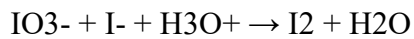
Ø Appena aggiunta la soluzione satura, si formerà lo iodio (la soluzione si colorerà di giallo bruno): mescolare almeno un minuto per omogeneizzare adeguatamente il sistema, inserire circa 1-2 mL di salda d'amido con l'apposita pipetta e titolare lo iodio presente con la soluzione a titolo noto di S₂O₃²⁻, fino al viraggio dell'indicatore (scuro in presenza di iodio).

Ø Eseguire almeno due repliche con risultato congruente.

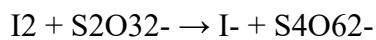
CALCOLI ED ESPRESSIONE DEL RISULTATO

Lo iodio viene in genere aggiunto nel sale sotto forma di iodato di potassio (KIO_3 , M.M.: 214,0) ed è questa specie che viene coinvolta nelle reazioni.

In presenza di ioduro, lo iodato viene ridotto a iodio molecolare:



Lo iodio che si forma viene nuovamente ridotto a ioduro da parte della soluzione di tiosolfato di sodio a concentrazione $\sim 0,01 \text{ N}$ (per il tiosolfato, normalità e molarità coincidono), secondo la seguente reazione in forma ionica:



Bilanciando correttamente le due reazioni e sommandole, si ottiene di fatto la reazione tra il tiosolfato e l'anione iodato, che permette di valutare direttamente gli equivalenti di elettroni scambiati.

Fornire i risultati in percentuale di iodato di potassio con la media aritmetica delle prove congruenti e stilare una breve relazione sull'attività svolta, verificando che il valore ottenuto sia conforme con quello indicato negli ingredienti sull'etichetta