

# ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI CHIMICO

Sessione GIUGNO 2019

TITOLI PRIMA PROVA SCRITTA

Sezione A

BUSTA n. 1



- 1) Illustrare i principi teorici e le applicazioni di una tecnica analitica strumentale a vostra scelta tra gascromatografia, HPLC, e spettrofotometria A.A.
- 2) L'isomeria in chimica organica: classificazione ed esempi.
- 3) Caratteristiche di una classe di materiali a scelta (ceramici, polimerici, metallici) e correlazione con le loro proprietà.
- 4) La Tabella Periodica degli elementi compie 150 anni. Descrivete e commentate il ruolo, le caratteristiche e gli aspetti fondamentali.
- 5) Descrivete il valore aggiunto che può dare il Chimico nel monitoraggio ambientale e nella gestione delle emergenze.

*Giuseppe Pizzoli*

*Franco*

*Antonio*  
*W*  
*Votari*

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA  
PROFESSIONE DI CHIMICO**  
Sessione GIUGNO 2019

**TITOLI PRIMA PROVA SCRITTA**  
Sezione A

**BUSTA n. 2**



- 1) Descrivere i principi teorici, le caratteristiche tecniche (iniettori, forno, colonne, rivelatori) di un gascromatografo e le modalità di taratura tenendo conto del quesito analitico proposto e le caratteristiche dell'analita.
- 2) Reazioni di formazione di legami carbonio-carbonio nella sintesi organica.
- 3) Leghe metalliche: caratteristiche generali ed aspetti applicativi.
- 4) La gestione dei rifiuti urbani: descrivere alcuni processi indicando i loro vantaggi, i loro limiti, le diverse problematiche ambientali.
- 5) La struttura atomica e la tabella degli elementi: cosa ci dicono le geniali 118 caselle?

*Giovanni Pichelli*

*Alessandro*

*Luca*  
*...*

# ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI CHIMICO

Sessione GIUGNO 2019

TITOLI PRIMA PROVA SCRITTA

Sezione A



## BUSTA n. 3

- 1) L'analisi volumetrica: teoria, soluzioni e indicatori, con esempi specifici.
- 2) Polimeri organici.
- 3) I metalli di transizione: caratteristiche generali ed esempi di processi di produzione, applicazioni in campo industriale/tecnologico.
- 4) La valutazione di impatto ambientale: descrivere uno studio a propria scelta indicando gli impatti sull'ambiente e i criteri che si intende adottare per le loro riduzione.
- 5) Le Nazioni Unite hanno proclamato per il 2019 l'Anno Internazionale della Tavola Periodica degli Elementi Chimici in occasione dei 150 anni dalla pubblicazione del Sistema Periodico di Mendeleev. Descrivere gli aspetti fondamentali della Tavola Periodica e il suo ruolo centrale per lo sviluppo della chimica.

*Carlo Pettit*  
*Luca Orsi*  
*Andrea*  
*ll*  
*Osaka*

# ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI CHIMICO

Sessione GIUGNO 2019

## SECONDA PROVA SCRITTA Sezione A



### BUSTA n. 1

- 1) Descrivere la preparazione industriale di un importante composto chimico spiegandone la rilevanza tecnico-commerciale e le caratteristiche chimico-fisiche.
- 2) Materiali metallici: tecnologie di produzione e trasformazione
- 3) Selettività e specificità nella competizione in sintesi organica: due concetti a confronto.
- 4) Descrivere un processo di trattamento delle acque reflue urbane.
- 5) Descrivere, a vostra scelta, un metodo analitico idoneo a garantire la produzione di un manufatto dalle caratteristiche definite o fissate dalla legge (es.: controllo della possibilità di cessione di metalli pesanti nella produzione di contenitori metallici a banda stagnata per alimenti, cessione di piombo dai contenitori di cartone per pizza, composizione acidica e presenza di solventi organo-alogenati nell'olio di oliva usato come olio di copertura di prodotti agricoli o ittici contenuti in recipienti).

*Final*  
*Obbe Euro*  
*Petrol*  
*Adesso*  
*U*

# ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI CHIMICO

Sessione GIUGNO 2019

## SECONDA PROVA SCRITTA Sezione A



### BUSTA n. 2

- 1) Il ruolo della chimica nelle energie rinnovabili.
- 2) I terpeni - dagli oli essenziali alla gomma naturale: origine biologica, classificazione ed esempi.
- 3) Oggi l'analisi chimica si avvale sempre più di strumentazioni sofisticate che sembrerebbero semplificare l'operato del chimico analista. Il candidato confronti una di queste metodiche operative strumentali con un "più semplice" metodo chimico di analisi, per esempio, colorimetrico o volumetrico. Quali considerazioni tecniche e di valutazione dei risultati si possono fare? Quali sono i vantaggi e gli svantaggi operativi?
- 4) L'economia circolare è forse un po' utopica in quanto non tiene conto dell'entropia e quindi dell'irreversibilità dei processi. Descrivere un processo di riciclo di rifiuti a propria scelta indicandone i vantaggi, gli svantaggi e i limiti.
- 5) Il REACH (Registration, Evaluation, Authorization of Chemicals) costituisce il regolamento CE n. 1907/2006 entrato in vigore l'1.6.2007 e divenuto operativo il 30.11.2010. Tale regolamento prevede che tutte le sostanze chimiche, sia tal quali che in miscela tra loro, impiegate per la fabbricazione di manufatti debbano essere registrate a livello comunitario in modo da conoscere le proprietà chimico-fisiche, tossicologiche e di sicurezza a tutela e protezione della salute umana e dell'ambiente. Descrivere, a vostra scelta, un metodo analitico che potrebbe essere utilizzato per definire correlate potenzialità di rischio per la salute dell'uomo, degli animali e dell'ambiente.

Four handwritten signatures in blue ink, stacked vertically. The signatures are cursive and difficult to read, but they appear to be the names of the examiners or officials involved in the process.

# ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI CHIMICO

Sessione GIUGNO 2019

## SECONDA PROVA SCRITTA Sezione A



### BUSTA n. 3

- 1) La catalisi in campo industriale: significato ed esempi
- 2) Metodi e controlli non distruttivi nell'analisi dei materiali
- 3) Caratterizzazione di una matrice ambientale: dal campionamento alla restituzione del risultato. Descrivere un processo di certificazione analitica indicando le responsabilità che il Chimico si assume apponendo il proprio sigillo professionale.
- 4) La validazione dei metodi analitici: descrivere le grandezze caratteristiche che definiscono le prestazioni di un metodo analitico quali selettività, limite di rilevabilità, limite di quantificazione, intervallo di lavoro e di linearità, incertezza e quant'altro, a vostra scelta, ritenete di poter esporre sull'argomento.
- 5) L'auto ad idrogeno: esistono due progetti il primo, della BMW, che prevede l'impiego dell'idrogeno come carburante alla stessa stregua della benzina nel motore a combustione interna, l'altro, della Toyota, che prevede un motore elettrico alimentato da celle a combustibile. Esprimere un parere in merito ed illustrare i metodi preparazione dell'idrogeno.

*Tommaso Ricci*  
*Roberto*  
*Agostino*

# ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI CHIMICO

Sessione GIUGNO 2019

PROVA PRATICA  
Sezione A

BUSTA n° 1



## DETERMINAZIONE DELLA PUREZZA OSSIDIMETRICA DI UN CAMPIONE DI ACIDO ASCORBICO

### DESCRIZIONE DEGLI ANALITI E PRINCIPIO DEL METODO

L'acido L(+)-ascorbico, più noto come *vitamina C*, è un composto organico (solido a temperatura ambiente) di grande utilizzo: sia per attività di laboratorio specifiche (standard per analisi quantitative, agente riducente, intermedio di sintesi organica), sia soprattutto per scopi commerciali di largo consumo (come nutraceutico, conservante, integratori alimentari e formulazioni farmaceutiche). Data la sua fisiologica funzione antiossidante, la vitamina C è un buon riducente. L'ossigeno molecolare presente nell'aria ossida, lentamente ma significativamente, il composto isolato ad acido L(+)-deidroascorbico: motivo per cui i distributori fissano un periodo alquanto limitato nel quale sono garantite le caratteristiche analitiche indicate nella scheda tecnica del lotto di produzione ed è buona norma fra gli operatori di laboratorio effettuare controlli della qualità del composto per verificarne il corretto stato di conservazione.

Di seguito viene illustrato un routinario e rapido saggio iodimetrico di un campione di acido L(+)-ascorbico, condotto a pH blandamente basico e in presenza del canonico indicatore per determinare il punto equivalente quando è coinvolta una soluzione di iodio iodurato: la salda d'amido.

Confrontando la massa pesata del campione con quella reale dedotta dai risultati della titolazione, è possibile assegnare una purezza ossidimetrica espressa come percentuale in massa.

### APPARECCHIATURE, VETRERIA, REAGENTI

- bilancia analitica e bilancia tecnica;
- buretta graduata capacità 25 mL (div. 0.05 mL) con imbutino per travaso;
- matraccio tarato capacità 250.0 mL;
- pipetta tarata capacità 50.0 mL con propipetta;
- beute capacità 250/300 mL e becher capacità 50 mL;
- agitatori e vetrini da orologio;
- soluzione acquosa di iodio iodurato (~0,05 M) a titolo noto;
- soluzioni indicatrici di salda d'amido e blu di bromotimolo;
- idrogenocarbonato di sodio (NaHCO<sub>3</sub>).

### NOTE DI SICUREZZA

- Utilizzare i DPI forniti e indossare abiti adeguati per lavorare in laboratorio.
- Manipolare con cura i reagenti e smaltirli negli appositi contenitori ad analisi conclusa.
- Pulire accuratamente la vetreria fornita, assicurandosi di lasciarla ad asciugare deionizzata.

### PROCEDURA

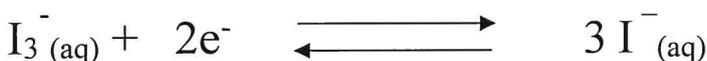
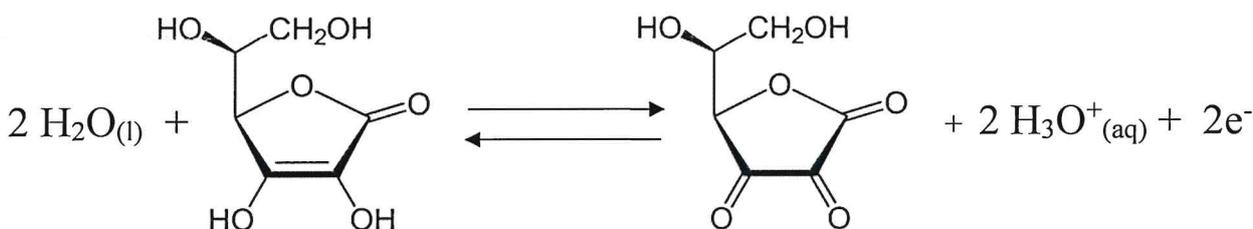
- Pesare presso la bilancia analitica, in un becher da 50 mL, una quantità esatta di acido L(+)-ascorbico compresa tra 900 – 1000 mg.
- Sciogliere il campione con acqua deionizzata e trasferirlo quantitativamente all'interno del matraccio da 250.0 mL con opportuni lavaggi. Portare a volume accuratamente il matraccio e

Three handwritten signatures in blue ink, likely belonging to the examiners or the student.

- agitare per omogeneizzare la soluzione.
- Prelevare esattamente almeno tre aliquote da 50.0 mL trasferendole nelle beute a disposizione (coprire il collo delle beute con vetrini da orologio per salvaguardarne il contenuto da accidentali contaminazioni durante le successive lavorazioni).
  - Aggiungere alla prima aliquota circa 50 mL di acqua e 3-4 gocce di indicatore blu di bromotimolo: la soluzione appare gialla chiara, colore assunto dall'indicatore a pH acido (dovuto all'acidità dell'analita).
  - Aggiungere alla soluzione circa 1 grammo di NaHCO<sub>3</sub> (pesato su bilancia tecnica in opportuna navicella di plastica) e mescolare fino a scioglimento del sale, verificando il viraggio del colore della soluzione da giallo ad azzurro chiaro (indice di pH basico; in caso non vi fosse cambiamento, aggiungere ulteriore quantità di idrogenocarbonato, 0.5 grammi per volta, fino ad ottenere l'ambiente alcalino necessario).
  - Aggiungere circa 2 mL di soluzione indicatrice (prelevati con l'apposita pipetta di plastica) e procedere alla titolazione con la soluzione acquosa di iodio iodurato (~0,05 M), previa adeguata normalizzazione nella buretta. Rallentare la velocità in prossimità del punto equivalente ed annotare esattamente i mL necessari a pervenire al viraggio (da incolore a grigio/viola chiaro).
  - 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 L(+)-ascorbico si comporta da riducente e viene ossidato dalla soluzione acquosa di iodio a titolo noto, sciolto sotto forma di ione I<sub>3</sub><sup>-</sup>(aq), secondo i seguenti processi:



Tenendo conto di ciò e della massa molecolare dell'analita (176.13 g/mol), determinare la purezza ossidimetrica percentuale in massa (precisa al decimo di punto percentuale), assegnando inoltre un grado di purezza al campione secondo questi tre criteri titrimetrici di controllo in uso presso i nostri laboratori didattici:

Grado di utilizzo (descrizione)	Purezza titrimetrica % (m/m)
GRADO TECNICO (per utilizzi generali, qualitativi, pulizia e dove non sono richieste specifiche garantite)	≥ 95
GRADO REAGENTE (per processi quantitativi i cui prodotti vengono purificati e caratterizzati)	≥ 98
GRADO ANALITICO (standard analitico per quantitativa, specifiche Ph.Eur./USP o analoghe)	≥ 99.0

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



# ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI CHIMICO

Sessione GIUGNO 2019

PROVA PRATICA

Sezione A



BUSTA n° 2

## DETERMINAZIONE DEI SOLFITI NEL VINO BIANCO

### DESCRIZIONE DEGLI ANALITI E PRINCIPIO DEL METODO

I solfiti sono naturalmente presenti in una certa misura in tutti i vini e sono comunemente introdotti per vari scopi: come antisettici per eliminare i batteri, come reattivo per sostanze organiche sgradite (come l'etanale) e come conservante per impedire il deterioramento e l'ossidazione del prodotto finito. Nell'Unione Europea è entrato in vigore nel Novembre 2005 un decreto che obbliga i produttori ad indicare la presenza di solfiti nel caso in cui superino la concentrazione di 10 mg/L, principalmente a causa dei suoi effetti allergenici.

L'analisi si basa su una titolazione iodimetrica del campione in due step, per determinare tre tipi di parametri, utilizzando per determinare il punto equivalente il canonico indicatore di ossido-riduzione delle titolazioni che coinvolgono una soluzione di iodio: la salda d'amido.

### APPARECCHIATURE, VETRERIA, REAGENTI

- pipetta tarata capacità 20 mL, pipette graduate da 10 mL;
- buretta, beute capacità 250/300 mL;
- soluzione di Iodio (~0,01 N) a titolo noto;
- soluzione indicatrice salda d'amido;
- soluzione di H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> al 10% (p/p);
- soluzione di NaOH 4 M;

### NOTE DI SICUREZZA

- Utilizzare i DPI e indossare abiti adeguati per lavorare in laboratorio.
- Manipolare con cura i reagenti e smaltirli negli appositi contenitori a esperienza conclusa.
- Prestare particolare attenzione quando si utilizzano le soluzioni acide e caustiche.

### PROCEDURA

- Prelevare un'aliquota di 20 ml di vino bianco, versandola quantitativamente in una beuta di capacità pari a 250/300 mL.
- Aggiungere 3 mL di soluzione di H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> al 10% (p/p) e successivamente 2 mL di salda d'amido (tramite l'apposito contagocce fornito).
- Titolare l'aliquota con la soluzione 0,01 N di iodio, fino a viraggio dell'indicatore.
- Aggiungere nella stessa beuta 8 mL di soluzione di NaOH 4 M: si attendono 5 minuti, mescolando soventemente, affinché la soda degradi tutta la sostanza organica; quindi si aggiungono altri 10 mL di acido solforico diluito.

Four handwritten signatures in blue ink, likely belonging to the examiners or the student. The signatures are stylized and difficult to read.

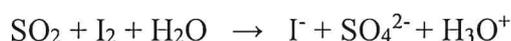


- Si titola con la soluzione a titolo noto di iodio fino al viraggio dell'indicatore.
- Eseguire almeno tre repliche.

#### CALCOLI ED ESPRESSIONE DEL RISULTATO

I solfiti sono espressi convenzionalmente come mg/L di  $\text{SO}_2$  disciolta: l'aggiunta dell'anidride solforosa è in effetti il principale (anche se non l'unico) metodo per introdurre solfiti nei vini.

Si consideri la reazione di ossidazione dell'anidride solforosa da parte dello iodio, secondo la seguente reazione da bilanciare:



Dal volume di iodio (massa molare: 253,80 g/mol) a titolo esatto consumato nella titolazione, si calcolano i grammi che hanno reagito di anidride solforosa (massa molecolare: 64.066 g/mol) che si è liberata per trattamento con l'acido.

Si distinguono tre parametri:  $\text{SO}_2$  libera (prima parte della titolazione),  $\text{SO}_2$  legata (dopo la degradazione delle sostanze organiche con soda) e  $\text{SO}_2$  totale (corrispondente al valore che determina l'obbligo o meno per il produttore di indicare la presenza di solfiti).

Fornire i risultati con la media aritmetica delle tre determinazioni e stilare una breve relazione sull'attività svolta, specificando se il fornitore è obbligato o meno (secondo normativa) a inserire nell'etichetta la dicitura inerente al contenuto di solfiti.

Aheccana  
ad

D  
E  
u

# ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI CHIMICO

Sessione GIUGNO 2019

PROVA PRATICA  
Sezione A



BUSTA n° 3

## DETERMINAZIONE DELLA QUANTITA' DI ACIDO ASCORBICO PRESENTE IN UN INTEGRATORE ALIMENTARE

### DESCRIZIONE DEGLI ANALITI E PRINCIPIO DEL METODO

Una pasticca effervescente dell'integratore Cebion Activ, è composta da un nutrito numero di vitamine e sali minerali, oltre che da 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).

Il contenuto minimo corrispondente all'acido L-ascorbico è di circa 180 mg per pasticca, ed è noto come *vitamina C*. È un composto organico (solido a temperatura ambiente) di grande utilizzo: sia per attività di laboratorio specifiche (standard per analisi quantitative, agente riducente, intermedio di sintesi organica), sia soprattutto per scopi commerciali di largo consumo (come nutraceutico, conservante, integratori alimentari e formulazioni farmaceutiche).

Vista la composizione estremamente semplice della pasticca, si può sfruttare questa peculiarità per effettuare 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.

### APPARECCHIATURE, VETRERIA, REAGENTI

- bilancia tecnica precisa al centesimo di grammo;
- buretta graduata capacità 25 mL;
- matraccio tarato capacità 250.0 mL;
- pipetta tarata capacità 50.0 mL con propipetta;
- beute capacità 250/300 mL;
- cilindro graduato capacità 50 mL e becher capacità 150 mL;
- vetrini da orologio, agitatore e pipetta Pasteur (con tettarella in lattice);
- soluzione di Iodio (~0,05 N) a titolo noto;
- soluzione indicatrice salda d'amido;

### NOTE DI SICUREZZA

F.A.

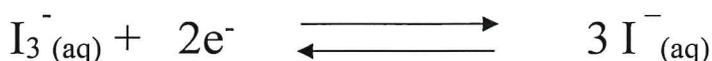
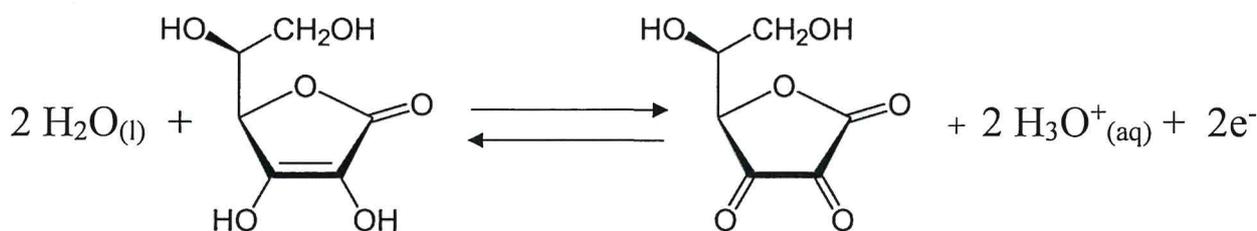
- Utilizzare i DPI forniti e indossare abiti adeguati per lavorare in laboratorio.
- Manipolare con cura i reagenti e smaltirli negli appositi contenitori ad analisi conclusa.
- Pulire accuratamente la vetreria fornita, assicurandosi di lasciarla ad asciugare deionizzata.

## PROCEDURA

- Pesare una pasticca all'interno del becher di capacità 150 mL.
- Dissolvere la pasticca in 30 – 50 mL di acqua deionizzata, aggiungendola con cautela e in modo da porre attenzione all'effervescenza che si svilupperà per evitare di perdere campione per schizzi indesiderati (coprire eventualmente con un vetrino da orologio e recuperare le eventuali gocce depositatesi);
- A dissoluzione completa, trasferire quantitativamente la soluzione all'interno di un matraccio tarato da 250 mL.
- Portare a volume accuratamente il matraccio e agitare per omogeneizzare la soluzione.
- Prelevare esattamente tre aliquote da 50.0 mL trasferendole nelle beute a disposizione.
- Aggiungere alla prima aliquota circa 50 mL di acqua, 3-4 gocce di indicatore blu bromotimolo, e circa 2 grammi di NaHCO<sub>3</sub> (pesato su bilancia tecnica in opportuna navicella di plastica) e mescolare fino a discioglimento del sale, verificando il viraggio del colore della soluzione da giallo ad azzurro chiaro (indice di pH basico; in caso non vi fosse cambiamento, aggiungere ulteriore quantità di idrogenocarbonato, 0.5 grammi per volta, fino ad ottenere l'ambiente alcalino necessario per favorire lo spostamento dell'equilibrio di reazione).
- Aggiungere circa 2 mL di soluzione indicatrice (prelevati con l'apposita pipetta di plastica) e procedere alla titolazione con la soluzione acquosa di iodio iodurato ~0,05 N (~0,025 M), previa adeguata normalizzazione nella buretta. Rallentare la velocità in prossimità del punto equivalente ed annotare esattamente i mL necessari a pervenire al viraggio (da azzurro per la presenza del blu di bromotimolo a grigio/viola chiaro).
- 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 L(+)-ascorbico si comporta da riducente e viene ossidato dalla soluzione acquosa di iodio a titolo noto, sciolto sotto forma di ione I<sub>3</sub><sup>-</sup>(aq), secondo i seguenti processi:



Tenendo conto di ciò e della massa molecolare dell'analita (176.13 g/mol), determinare la quantità in percentuale massa/massa di vitamina C presente nella pasticca iniziale.

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

*Alcune* *Corl*

