



# UNIVERSITÀ DI PISA

## BIOCHIMICA

**SIMONE ALLEGRINI**

Academic year	2023/24
Course	SCIENZE NATURALI ED AMBIENTALI
Code	091EE
Credits	6

Modules	Area	Type	Hours	Teacher(s)
BIOCHIMICA	BIO/10	LEZIONI	48	SIMONE ALLEGRINI

### Obiettivi di apprendimento

#### Conoscenze

Al termine del corso lo studente avrà acquisito:

- conoscenze biochimiche dai principi di base della biochimica generale alle vie metaboliche principali
- conoscenze sui principi di base della biologia molecolare
- capacità di correlare le caratteristiche strutturali di proteine ed enzimi alla loro funzione biologica

#### Modalità di verifica delle conoscenze

Nella prova d'esame allo studente verrà chiesto di scrivere la formula di un tripeptide. L'esame proseguirà con una verifica orale in cui lo studente deve dimostrare la sua conoscenza sugli argomenti trattati nel corso, deve essere in grado di discutere su diverse tematiche **utilizzando la terminologia appropriata** e mostrare la conoscenza delle formule di struttura delle molecole studiate nei vari argomenti del corso.

#### Capacità

Al termine del corso lo studente avrà acquisito:

- conoscenze biochimiche a partire dai principi di base della biochimica generale fino alle vie metaboliche principali
- conoscenze sui principi di base della biologia molecolare
- capacità di correlare le caratteristiche strutturali di proteine ed enzimi alla loro funzione cellulare

#### Modalità di verifica delle capacità

Al termine del corso lo studente sarà sottoposto alla prova d'esame finale (orale) nella quale deve dimostrare la sua conoscenza sulle materie trattate nel corso e deve essere in grado di discutere su diverse tematiche utilizzando la terminologia appropriata

Si ricorda che in questo corso **gli studenti avranno la possibilità di sostenere l'esame soltanto 4 volte durante un anno accademico**

#### Comportamenti

Lo studente potrà acquisire:

- una visione molecolare dei meccanismi cellulari
- uso di terminologia appropriata per descrivere fenomeni biologici

#### Modalità di verifica dei comportamenti

Al termine del corso lo studente sarà sottoposto alla prova d'esame finale (orale) nella quale deve dimostrare la sua conoscenza sulle materie trattate nel corso e deve essere in grado di discutere su diverse tematiche utilizzando la terminologia appropriata

#### Prerequisiti (conoscenze iniziali)

Lo studente dovrà avere le conoscenze di chimica generale ed organica e dell'esame di Biologia Generale e Genetica.

In particolare risulteranno **"ESSENZIALI"** per poter comprendere gli argomenti e sostenere con successo l'esame i seguenti argomenti trattati



## UNIVERSITÀ DI PISA

nei suddetti corsi (senza, **OVVIAMENTE**, trascurare gli altri argomenti dei suddetti esami!):

- LEGAME CHIMICO: covalente, ionico, interazioni dipolari, legame a idrogeno e forze di Van Der Waals.
- La "POLARITA" dei legami chimici (elettronegatività degli elementi)
- TERMODINAMICA: 1° principio - Entalpia. Reazioni esotermiche ed endotermiche. 2° e 3° principio - Entropia. Reazioni energia libera di Gibbs e spontaneità di una reazione.
- Cinetica Chimica – Concetto di Velocità di una reazione e ordine di reazione. Equazione di Arrhenius e concetto di energia di attivazione. Costanti di velocità delle reazioni
- Reazioni di ossidoriduzione
- L'equilibrio chimico. Natura dinamica dell'equilibrio. Legge di azione di massa
- L'equilibrio di dissociazione dell'acqua. La scala del pH. Calcolo del pH. Gli acidi e le basi: forti e deboli. La  $K_a$  e il  $pK_a$  per esprimere e comprendere la forza di un acido.
- Curve di titolazione acido/base
- Concentrazioni (M, mM etc..)
- Carboidrati: nomenclatura, struttura e funzione. Aldosi e chetosi. Emiacetale e emichetale.
- La permeazione semplice attraverso le membrane. I sistemi di trasporto. Il trasporto passivo facilitato, il trasporto attivo. I canali. Aspetti strutturali e cinetici. Esempi dei vari tipi di trasporto.
- Le basi puriniche e pirimidiniche. I nucleosidi ed i nucleotidi. Il legame fosfodiesterico negli acidi nucleici, l'accoppiamento delle basi, lo stacking tra le basi. La struttura del DNA e RNA.

### Programma (contenuti dell'insegnamento)

Programma dettagliato:

- I sistemi tampone biologici: fosfato inorganico, bicarbonato e proteine.
- Suddivisione amminoacidi in base alla natura della catena R. Proprietà ottiche degli amminoacidi. Proprietà acido-base degli amminoacidi.  $pK_a$  e  $pI$ . Il legame peptidico. Angoli  $\phi$  e  $\psi$ . Diagramma di Ramachandran
- Struttura primaria, secondaria, terziaria e quaternaria delle proteine: definizione. Alfa-elica. Foglietto beta parallelo e antiparallelo. Ripiegamento beta. Proteine fibrose e proteine globulari. Esempi di proteine fibrose: Alfa-cheratina, tripla elica del collagene e fibroina della seta.
- Fattori stabilizzanti la struttura terziaria delle proteine; forze idrofobiche, legami a idrogeno, ponti ionici, ponti disolfuro, ioni metallici e forze di Van der Waals. Esperimento di Anfinsen. Gruppo EME. Istidina prossimale e istidina distale. Struttura terziaria della mioglobina e della emoglobina. Struttura quaternaria dell'emoglobina
- Proteine allosteriche. Stato T e Stato R della emoglobina. Legame cooperativo dell'ossigeno all'emoglobina. Curva di saturazione di mioglobina e emoglobina.
- Meccanismo molecolare dell'effetto Bohr. 2,3 bisfosfoglicerato (2,3BPG) ed emoglobina. Adattamento all'altitudine. 2,3BPG ed emoglobina fetale.
- Caratteristiche generali degli enzimi. **Energia di attivazione e stato di transizione.**
- Effetto entropico e adattamento indotto. Catalisi acido-basica generale, catalisi covalente e da ioni metallici. Il concetto di  $V_0$  e  $V_0$  in funzione di concentrazione del substrato. Concetto di  $V_{max}$ . Derivazione equazione di Michaelis-Menten.
- Teoria dello stato stazionario. Equazione di Michaelis e Menten. Significato di  $K_m$ ,  $k_{cat}$  e  $k_{cat}/K_m$ . Lineorizzazione di Lineweaver-Burk. Inibizione irreversibile e reversibile. Inibizione competitiva, incompetitiva e mista (non competitiva).
- Effetto del pH sull'attività enzimatica. Enzimi allosterici: concetto di cooperatività positiva e negativa. Esempi di modificazione covalente di enzimi. Concetto di cascata enzimatica e di amplificazione.
- Gli acidi grassi, struttura e nomenclatura. I lipidi, proprietà chimico fisiche di miscele di lipidi. Fattori determinanti per la fluidità delle membrane biologiche. I fosfolipidi di membrana, struttura delle membrane biologiche.
- Trasportatori per il glucosio.
- Biosegnalazione. Recettori a 7 eliche. Proteine Gs. Adenilato ciclasi. cAMP. PKA. Recettori tirosin chinasi: meccanismo di autofosforilazione ed innesco cascata enzimatica.
- Oligosaccaridi e polisaccaridi. Struttura di cellulosa, amido e glicogeno.
- Introduzione al metabolismo: catabolismo e anabolismo.
- Struttura e ruolo di NAD e NADP. ATP: struttura. ATP e altri composti fosforilati. Reazioni accoppiate.
- Le reazioni della glicolisi da glucosio a piruvato. Bilancio della glicolisi.
- Utilizzo del piruvato in condizioni di anaerobiosi; fermentazione lattica e fermentazione alcolica. Gluconeogenesi. Bilancio energetico della gluconeogenesi. Ciclo di Cori.
- Regolazione di glicolisi e gluconeogenesi: glucosio-6-fosfatasi, esochinasi. Esocinasi I e glucochinasi. Regolazione allosterica di Fruttosio 1,6 bisfosfatasi, PFK-1, Piruvato carbossilasi e piruvato chinasi. Fruttosio 2,6 BP. Regolazione di enzima bifunzionale. Regolazione ormonale di piruvato chinasi, PFK-1 e FBPasi-1.
- Metabolismo del glicogeno. Degradazione del glicogeno: glicogeno fosforilasi e enzima deramificante.
- Sintesi di UDP-glucosio. Sintesi di glicogeno: glicogeno sintasi e Glicogenina. Regolazione allosterica e covalente di glicogeno fosforilasi. Regolazione di fosforilasi chinasi. Regolazione covalente di glicogeno sintasi. Regolazione di proteina fosfatasi-1: inibitore-1 e proteina G (legante il glicogeno). Effetto di glucagone, adrenalina e insulina.
- Formazione di acetyl-CoA da piruvato: il complesso della piruvato deidrogenasi. Meccanismo della reazione catalizzata dal complesso della piruvato deidrogenasi: funzioni di TPP, Acido lipoico, CoA-SH, NAD e FAD. Le reazioni del ciclo di Krebs. Bilancio del ciclo di Krebs. Reazioni anaplerotiche.
- Regolazione di piruvato deidrogenasi. Regolazione di citrato sintasi, isocitrato deidrogenasi e alfa-chetoglutarato deidrogenasi. Potenziale di riduzione e variazione di energia libera. Mitocondri. Fosforilazione ossidativa: la catena di trasporto degli elettroni. NADH-CoQ riduttasi: FMN, centri Fe-S, Ubichinone.



## UNIVERSITÀ DI PISA

- Succinato CoQ reduttasi. CoQH<sub>2</sub> citocromo c reduttasi. Cenni sul ciclo di CoQ nel Complesso III. Citocromo ossidasi. La teoria chemiosmotica. Agenti disaccoppianti. ATP sintetasi. Componente Fo e F<sub>1</sub>.
- Catalisi rotazionale. Sistema navetta malato-aspartato e del glicerolo fosfato. Regolazione della catena respiratoria. Inibitore IF<sub>1</sub>. Bilancio completa ossidazione glucosio.

### Bibliografia e materiale didattico

***I principi di biochimica di Lehninger (VII °ed)***- Autori: D.L. Nelson, M.M. Cox - Editore Zanichelli - ISBN: **9788808920690**

e/o

ISBN **8808420965** Donald Voet, Judith G Voet, Charlotte W Pratt Fondamenti di biochimica 4° edizione -2017 - Zanichelli

e/o

ISBN **8808198731** Jeremy Berg, John Tymoczko, Lubert Stryer Biochimica Settima edizione 2012 Zanichelli

e/o

ISBN **9781319114657** Jeremy Berg, John Tymoczko, Lubert Stryer Biochemistry (english edition), 9th Edition 2019, MacMillan, <https://www.macmillanihe.com/page/detail/biochemistry/?k=9781319114657&loc=uk&priceCode=nl>

### Modalità d'esame

L'esame è composto da una prova orale che consiste in un colloquio tra il candidato e il docente, o anche tra il candidato e altri collaboratori del docente titolare.

La prova non è superata se il candidato mostra di non essere in grado di esprimersi in modo chiaro e di usare la terminologia corretta, oppure non risponde correttamente a domande corrispondenti alla parte più basilare del corso.

Non sono previste prove intermedie

### Note

MEMBRI COMMISSIONE ESAMI:

PRESIDENTE: Simone Allegrini

PRESIDENTE SUPPLENTE: Giovanni Signore

MEMBRI COMMISSIONE: Giovanni Signore, Mario Cappiello, Antonella Del Corso, Francesco Balestri, Roberta Moschini, Francesca Felice

Ultimo aggiornamento 04/10/2023 15:02