

33. Internationale BiologieOlympiade 2022

Jerewan, Armenien



Hier geht es zur Anmeldung:
www.biologieolympiade.info

Bei der 1. Runde der Internationalen BiologieOlympiade stehen vier Aufgaben zur Auswahl, von denen Sie drei zur Bearbeitung auswählen können. Die Aufgaben befassen sich in diesem Jahr mit Viren, Atmung, Osmolarität und Enzymen. Alle Aufgaben und die Teilnahmebedingungen finden Sie unter www.biologieolympiade.info. Dort können Sie sich zur Teilnahme registrieren und finden auch Lernmaterialien und Trainingsaufgaben.

Die Aufgaben der 1. Runde

AUFGABE 1

Bleibt negativ, aber denkt positiv (Immunologie, Genetik, Molekularbiologie)

Bei der Bekämpfung einer Pandemie, wie der durch das Corona-Virus verursachten, liegen auf einer erfolgreichen langanhaltenden Immunisierung mittels Impfstoffen große Hoffnungen.

- a) Erklären Sie, warum manche Immunisierungen („Impfungen“) zu einer lebenslangen Immunität führen, während das für andere (zwei Möglichkeiten) nicht zutrifft. Nennen Sie je ein Beispiel. Begründen Sie, warum bei Säuglingen erst ab einem Alter von mehreren Monaten eine Impfung gegen Masern sinnvoll ist. (6,5 Punkte)
- b) Der Nobelpreis für Physiologie oder Medizin wurde 2020 für die Entdeckung des Hepatitis-C-Virus vergeben. Da die Infektion oft asymptomatisch verläuft, können die Viren unbemerkt die Leber schädigen und zu Leberzirrhose und Leberkrebs führen. Die Leber ist ein sehr stoffwechselaktives Organ, in dem u.a. die Entgiftung durch Enzyme der Cytochrom-P450-Familie wie dem CYP2C19 stattfindet. So wird das Medikament Omeprazol zur Behandlung von Magen- und Zwölffingerdarmgeschwüren hauptsächlich durch CYP2C19 inaktiviert. Andererseits aktiviert CYP2C19 Medikamentvorstufen (Pro-Drugs) wie Clopidogrel, das zur Prävention von Myokard- und Hirninfarkten eingesetzt wird. Varianten des CYP2C19-Gens, bezeichnet mit *1, *2 und *3, führen zu unterschiedlich aktiven Enzymen (*1 > *2 > *3). Nennen Sie jeweils den Genotyp, bei dem die niedrigste Dosis von Omeprazol bzw. Clopidogrel verabreicht werden sollte. Erklären Sie den Einfluss auf die Wirksamkeit von Clopidogrel, den Sie bei einem Patienten erwarten, bei dem dieses Medikament bereits aufgrund der Genvariante eine geringe Wirksamkeit zeigt, zusätzlich aber Omeprazol gegeben werden muss. (4 Punkte)
- c) Die richtige Interpretation von Testergebnissen wie dem gängigen PCR-Test für SARS-CoV-2 ist entscheidend. Die Tabelle zeigt Beispieldaten für einen von vielen weltweit etablierten Tests. Berechnen Sie daraus die Prävalenz in der Testgruppe sowie die Sensitivität und Spezifität des Tests. Für die Praxis sind zwei weitere Fragen relevant: Mit welcher Wahrscheinlichkeit ist eine positiv getestete Person tatsächlich positiv und eine negativ getestete tatsächlich negativ? Benennen und berechnen Sie diese zwei Werte. Geben Sie jeweils die Rechenwege an. (4,5 Punkte)

		Vorliegen der Erkrankung	
		ja	nein
Testergebnis	positiv	114	8
	negativ	6	672

- d) Bei Testung kontinuierlicher Werte kann der gewählte Schwellenwert die Sensitivität und Spezifität beeinflussen. Nennen Sie je zwei Bedingungen, bei denen eine besonders hohe Sensitivität bzw. eine besonders hohe Spezifität erreicht werden sollte. Leiten Sie den qualitativen Einfluss (positiver/negativer Zusammenhang) der Prävalenz einer Erkrankung auf die in c) berechneten Wahrscheinlichkeiten durch Beispielrechnungen oder Formelinterpretation her. (4 Punkte)
- e) Stellen Sie den Unterschied in der Aussagefähigkeit eines PCR-Tests gegenüber einem Antikörpertest für eine SARS-CoV-2-Infektion bezüglich des zeitlichen Fensters dar. (1 Punkt)

AUFGABE 2

Einmal tief durchatmen (Tierphysiologie)

Einschränkungen der Lungenfunktion nehmen weltweit zu, können jedoch relativ einfach diagnostiziert werden.

- a) Nennen Sie drei typische Erkrankungen, die zu einer obstruktiven Ventilationsstörung (Erhöhung des Atemwegswiderstandes) führen. (1,5 Punkte)
- b) Bei der klassischen Spirometrie werden durch Ein- und Ausatmen in ein Gerät mit angeschlossenem Filter (Pneumotachograph) über Druckdifferenzen Veränderungen der Lungenvolumina im Zeitverlauf ermittelt. Kennzeichnen und beschriften Sie – sofern möglich – im Spirogramm folgende abgekürzte Größen: AR, AZV, IRV, ERV, RV, VC. Bestimmen Sie das Ruhe-Atemminutenvolumen sowie den Atemzeitquotienten des Probanden. Geben Sie Ihren Rechenweg an. Früher wurde die Lungenfunktion getestet, indem man den Probanden eine Reihe aufgestellter Kerzen in möglichst einem Zug auspusten ließ. Nennen Sie zwei Parameter, die damit abgeschätzt wurden. (7 Punkte)

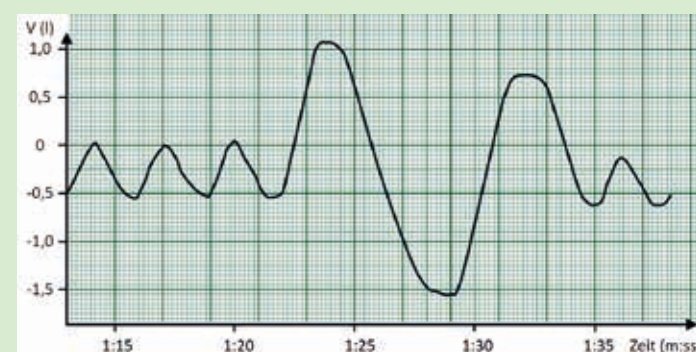


Abbildung: Spirogramm

- c) Berechnen Sie die alveoläre Ventilation eines Probanden mit folgenden Messwerten: AZV 600 ml, Atemfrequenz 14/min, Totraumventilation 200 ml/min. Zur Bestimmung des Residualvolumens der Lunge mittels der Heliumverdünnungsmethode wird beim Probanden ein Vorratsgefäß von 5,0 Litern mit einem Heliumanteil von 0,10 % verwendet. Nach dem Ausgleich der Konzentration wird ein Heliumanteil von 0,08 % ermittelt. Berechnen Sie unter Angabe des Rechenweges das Residualvolumen. Nennen Sie eine andere Methode zu dessen Bestimmung. (2,5 Punkte)
- d) Einige Situationen können für die Sauerstoffversorgung gefährlich werden. Erklären Sie, 1) weshalb es keine 1 m langen Schnorchel geben darf, 2) weshalb man mit einem Flüssigstoffsbehälter nicht im Fahrstuhl fahren darf, 3) weshalb man vor einem langen Tauchversuch (ohne Ausrüstung) nicht hyperventilieren sollte und 4) wie Sie einer aus Nervosität hyperventilierenden Person helfen können. (5 Punkte)
- e) Die Lungenfunktion – z.B. gemessen an der Einsekundenkapazität (FEV₁-Werte) – verändert sich mit dem Alter. Ab einem Wert unterhalb von 2 l treten klinische Symptome auf, unter 1 l schwere Einschränkungen. Stellen Sie die Tabellen- und Schwellenwerte grafisch dar. Ziehen Sie Schlussfolgerungen. (4 Punkte)

Alter (Jahre)	FEV ₁ (l)		
	Nichtraucher	Starker Raucher	Starker Raucher, der mit 45 Jahren mit dem Rauchen aufhört
25	4,2	4,2	4,2
35	4,0	3,7	3,7
45	3,8	3,0	3,0
55	3,6	2,2	2,8
65	3,4	0,9	2,6
75	3,0	k.A.*	2,2
85	2,5	k.A.*	1,6

*k.A. – keine Angabe

AUFGABE 3

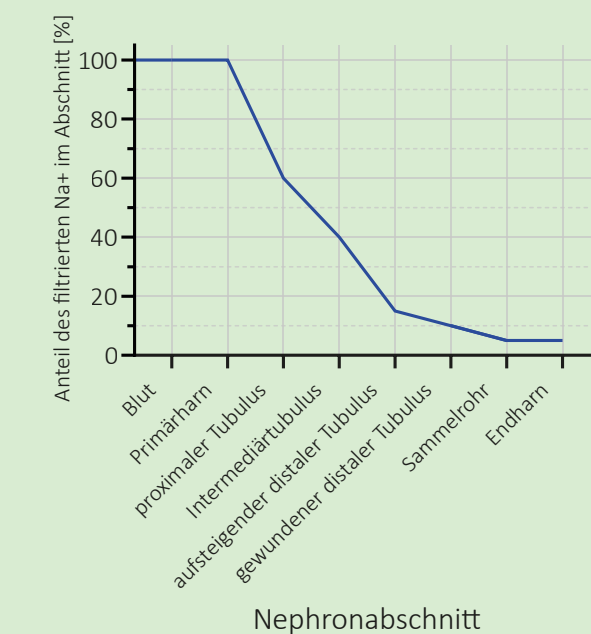
Alles eine Frage der Konzentration (Physiologie)

Die Konstanz des inneren Milieus ist für Organismen lebenswichtig. Dazu gehört unter anderem die Aufrechterhaltung einer konstanten osmotischen Konzentration (Osmolarität).

- a) Erklären Sie drei Strategien, mit denen Organismen eine konstante Osmolarität in ihrem Körper sicherstellen können. (3 Punkte)
- b) Zur Ermittlung der Osmolarität von Kartoffelzellen führen Sie das folgende Experiment durch: Bereiten Sie in Bechergläsern eine fünfschrittige Verdünnungsreihe von Natriumchlorid in destilliertem Wasser mit Konzentrationen von 0 % bis 5 % vor. Schneiden Sie anschließend aus frisch geschälten Kartoffeln quaderförmige Streifen mit einer exakten Kantenlänge von z.B. 5 cm × 0,5 cm × 0,5 cm zurecht. Legen Sie jeweils vier Streifen für circa 24 Stunden in jedes der Bechergläser. Stellen Sie dabei sicher, dass die Streifen während des gesamten Experiments vollständig in der Lösung liegen. Protokollieren Sie den Versuch. Bestimmen Sie die mittlere prozentuale Längenänderung der Streifen und stellen Sie Ihre Ergebnisse grafisch dar. Berechnen Sie die Osmolarität der Kartoffelzellen in Milliosmol pro Liter (mosmol/l). (5,5 Punkte)
- c) Erstellen Sie mit der Methode aus Teilaufgabe b) ein analoges Diagramm für die Osmolarität der Süßkartoffel. Vergleichen Sie die Osmolarität von Kartoffel und Süßkartoffel und erklären Sie Ihre Ergebnisse. (3 Punkte)
- d) Im menschlichen Blut herrscht normalerweise eine Osmolarität von etwa 300 mosmol/l. Besteht eine osmotische Differenz zwischen dem Blutplasma und den roten Blutkörperchen (Erythrozyten), können letztere ihre physiologische bikonkave Form nicht aufrechterhalten. In einem Gedankenexperiment werden menschliche Erythrozyten den Lösungen 1 bis 5 ausgesetzt. Ordnen Sie die drei zu erwartenden Beobachtungen (Echinozytenbildung, Hämolyse oder keine Veränderung) den jeweiligen Lösungen zu und begründen Sie Ihre Entscheidung. (2,5 Punkte)

Lösung	Zusammensetzung
1	150 mM NaCl
2	150 mM MgCl ₂
3	100 mM NaCl + 100 mM D-Mannitol
4	100 mM NaCl + 50 mM Dimethylsulfoxid
5	100 mM MgCl ₂ + 50 mM Dimethylsulfoxid

- e) Das zentrale Organ der Osmoregulation beim Menschen ist die Niere. Das folgende Diagramm zeigt schematisch die Rückresorption von Natriumionen während des Transports durch die verschiedenen Teile des Nephrons.



Nephronabschnitt

Gezeigt ist jeweils, welcher Anteil der aus dem Blut filtrierten Na⁺-Menge sich noch im jeweiligen Abschnitt befindet. Skizzieren Sie in einem analogen Diagramm die jeweilige Änderung der Natriumionenkonzentration unter Einfluss des Hormons Aldosteron sowie unter Einnahme des Medikaments Furosemid. Erklären Sie kurz das Wirkprinzip beider Substanzen. (4 Punkte)

- f) Nach Alkoholkonsum kommt es häufig zu vermehrtem Harndrang. Erklären Sie die Ursache hierfür. (2 Punkte)

AUFGABE 4

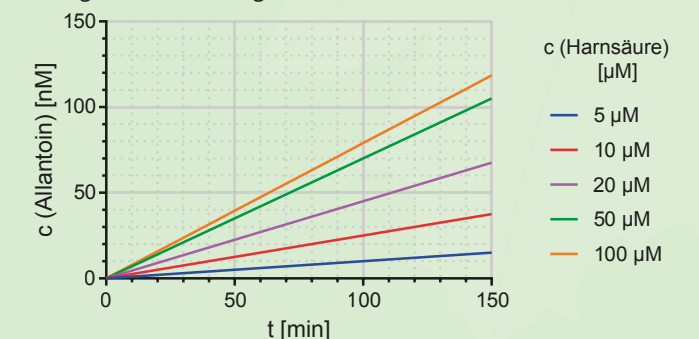
Ohne uns geht gar nichts! (Biochemie)

Enzyme sind die chemischen Werkzeuge des Lebens. Da die Umgebungstemperatur allein nicht ausreicht, um Stoffwechselreaktionen die nötige Aktivierungsenergie zu liefern, sind alle Organismen auf Enzyme als Biokatalysatoren angewiesen.

- a) Grundsätzlich teilt man Stoffwechselwege in den Katabolismus und den Anabolismus ein. Geben Sie für beide Prozesse jeweils eine Definition an und nennen Sie jeweils zwei Stoffwechselwege, die den Kategorien eindeutig zuzuordnen sind. Erklären Sie am Beispiel von Citratzyklus und Harnstoffzyklus, warum manche Stoffwechselwege nicht eindeutig zuzuordnen sind. (4 Punkte)
- b) Enzyme kann man mittels eines internationalen Klassifikationssystems anhand ihrer katalytischen Funktion in sieben verschiedene Gruppen einteilen. Ordnen Sie die folgenden Enzyme jeweils einer der Gruppen zu und beschreiben Sie die von ihnen katalysierte Reaktion im stoffwechselphysiologischen Zusammenhang: Glutamat-Oxalacetat-Transaminase, Aconitase und ATP-Synthase. (3 Punkte)
- c) Im folgenden Experiment soll die Aktivität eines körpereigenen Enzyms näherungsweise bestimmt werden. Stellen Sie dazu eine 10%ige Lösung von Maltodextrin 19 (erhältlich z.B. in Reformhäusern oder Apotheken) in Wasser her. Geben Sie bei Raumtemperatur in ein Reagenzglas 2 ml der Lösung, in ein zweites 2 ml Wasser und fügen Sie je einen Tropfen Lugol'sche Lösung hinzu (Iod in Kaliumiodid, Warnhinweise beachten!). Geben Sie anschließend eine kleine Menge Speichel in beide Reagenzgläser. Schütteln Sie das Gemisch leicht und stoppen Sie sofort die Zeit bis zum vollständigen Farbumschlag der Maltodextrinlösung. Dokumentieren Sie den Farbumschlag fotografisch.

Protokollieren Sie den Versuch. Berechnen Sie anschließend die enzymatische Aktivität Ihrer Speichelprobe in mg Substrat/min. (5 Punkte)

- d) Die in c) ermittelte enzymatische Aktivität ist nur ein Näherungswert. Planen Sie ein Experiment, mit dem man in einem gut ausgestatteten Labor die Aktivität von Amylase möglichst genau messen könnte. (3 Punkte)
- e) Zu hohe Harnsäurekonzentrationen können beim Menschen zu gesundheitlichen Problemen führen. Menschen können im Gegensatz zu den meisten anderen Tierarten Harnsäure nicht weiter abbauen, da ihnen dazu das Enzym Uricase fehlt. Im folgenden Experiment wurde der Abbau von Harnsäure zu Allantoin durch die Uricase gemessen. Dabei wurden verschiedene Konzentrationen von Harnsäure mit einer definierten Menge an Uricase über einen Zeitraum von zweieinhalb Stunden inkubiert und die entstehende Menge an Allantoin gemessen.



Übertragen Sie die Daten in ein klassisches Michaelis-Menten-Diagramm und bestimmen Sie K_M und V_{max} der Uricase. Berechnen Sie außerdem die spezifische Aktivität des Enzyms bei Substratsättigung unter der Annahme, dass für das Experiment eine Enzymkonzentration von 20 mg/l eingesetzt wurde. (5 Punkte)



Hier geht's zur Anmeldung ►►►

1. Runde

bis 28. September 2021

2. Runde

November 2021

3. Runde

Februar 2022

4. Runde

Mai 2022

Internationaler Wettbewerb

Juli 2022 in Jerewan, Armenien

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



KULTUSMINISTER
KONFERENZ



Verband | Biologie, Biowissenschaften
& Biomedizin in Deutschland



ScienceOlympiaden