



Prüfungsregeln

1. Alle Teilnehmer müssen 10 Minuten vor Prüfungsbeginn vor dem Prüfungsraum erscheinen.
2. Den Teilnehmern ist es nicht erlaubt, andere Hilfsmittel als ihre persönlichen Medikamente oder medizinische Hilfsmittel mitzubringen.
3. Jeder Teilnehmer muss an dem für ihn oder sie bestimmten Tisch sitzen.
4. Vor Beginn müssen die Teilnehmer die von den Organisatoren zur Verfügung gestellten Hilfsmittel und Schreibutensilien überprüfen (Kugelschreiber, Lineal, Taschenrechner).
5. Jeder Teilnehmer muss die Vollständigkeit der Frage- und Antwortbögen überprüfen. Wenn deine Frage- oder Antwortbögen unvollständig sind, melde Dich. Beginne nach dem Ertönen der Klingel.
6. Während der Prüfung dürfen die Teilnehmer den Prüfungsraum nur in Notfällen verlassen, und auch dann nur in Begleitung einer Prüfungsaufsicht.
7. Die Teilnehmer dürfen andere Teilnehmer nicht belästigen oder die Prüfung stören. Wenn du Hilfe brauchst, melde dich und die Aufsicht wird dir zur Hilfe kommen.
8. Es wird keine Fragen oder Diskussionen zu den Aufgaben geben. Die Teilnehmer müssen an ihrem Tisch bleiben, bis die Prüfungszeit zu Ende ist, auch wenn sie die Prüfung beendet haben oder nicht mehr weiter arbeiten wollen.
9. Am Ende der Prüfungszeit wird es ein Klingelsignal gegeben. Du darfst nichts mehr auf den Antwortbogen schreiben, nachdem die Zeit abgelaufen ist. Alle Teilnehmer müssen den Raum leise verlassen. Die Frage- und Antwortbögen müssen ordentlich auf dem Tisch liegen gelassen werden.



Lies die folgenden Anweisungen gründlich durch:

1. Es stehen 3 Zeitstunden zur Bearbeitung zur Verfügung.
2. Es gibt insgesamt 3 Aufgabenkomplexe. Überprüfe die Vollständigkeit der Frage- und Antwortbögen.
3. Benutze nur den Kugelschreiber, der ausgegeben wurde.
4. Schreibe deinen Namen, deinen Code, dein Land und deine Unterschrift auf die erste Seite deines Antwortbogens. Schreibe deinen Namen und Code auf alle weiteren Seiten des Antwortbogens.
5. Lies jede Aufgabe aufmerksam durch und schreibe die richtigen Antworten in den Antwortbogen.
6. Es ist keinem Teilnehmer erlaubt, eigene Schreibutensilien und Hilfsmittel von außerhalb des Prüfungsraums mitzubringen. Nachdem du deine Antworten abgeschlossen hast, musst du alle Frage- und Antwortbögen ordentlich auf deinem Arbeitstisch liegen lassen.
7. Die Bewertung erfolgt jeweils nach den Punktabgaben bei den Fragen.



Aufgabe I: Ölförderung

Aserbaidtschan, das "Land des Feuers", ist für seine Ölvorkommen bekannt. Die Förderung des Öls ist ein Prozess, der in mehreren Phasen abläuft.

In der ersten Phase wird die Lage und Struktur einer Öllagerstätte geologisch untersucht. Anschließend wird entsprechend der Struktur der Lagerstätte die Anzahl, Position und Tiefe der Bohrlöcher festgelegt. Die Bohrlöcher sollten dabei so gebohrt werden, dass möglichst viel Öl ausschließlich aufgrund des natürlichen Drucks in der Lagerstätte an die Oberfläche gelangt (heraussprudelt). Wenn der Druck in der Öllagerstätte sinkt, wird Wasser unter Druck in die Lagerstätte gepumpt, um Öl durch andere Bohrlöcher an die Oberfläche zu drücken.

Die Struktur der Lagerstätten auf der Absheron-Halbinsel ist dergestalt, dass für das unter Druck in die Lagerstätte gepumpte Wasser eine Energie von $E_{\text{Wasser}} = 100 \text{ J pro m}^3$ notwendig ist, um 1 m^3 Öl aus dem Bohrloch zu drücken. Da dieser Prozess mit zusätzlichen Kosten verbunden ist, erhöht er den Ölpreis und führt zu einem geringeren Operations-Profitabilitäts-Koeffizienten (*OPC*). Der *OPC* ist definiert als das Verhältnis der aus dem Öl und dem Gas gewonnenen Energie zu der für die Förderung des Öls und Gases aufgewendeten Energie. Die spezifischen Energien *EE*, die aus „Azeri light“ Öl und Gas gewonnen werden können sind $EE_{\text{O}} = 45 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}$ bzw. $EE_{\text{G}} = 40 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}$.

Abbildung I-2 zeigt die durch geologische Untersuchungen bestimmte Struktur eines Ölvorkommens. Das Öl und das Gas sind in einer kugelförmigen Lagerstätte mit festem Radius eingeschlossen. Der anfängliche Druck des Gases in der Lagerstätte ist gleich dem durch die Erdschicht zwischen der Erdoberfläche und dem Niveau des obersten Punktes der Lagerstätte verursachten Druck.

Abbildung I-3 gibt die Abhängigkeit der für das Bohren des Loches notwendigen Energie pro Meter Bohrtiefe in Abhängigkeit von der Tiefe an.

Beantworte die folgenden Fragen zu der Position und Tiefe der Bohrlöcher.

Hinweise:

- Beachte die folgenden Informationen zu den Bohrlöchern:
 - i. Die Bohrlöcher werden vertikal gebohrt.
 - ii. Berührt ein Bohrloch das Gas in der Lagerstätte, so tritt das Gas aus.
 - iii. Es können keine Rohre o.ä. in das Öl oder Gas eingeführt werden.

- Dichte von Wasser: 1000 kg m^{-3}
- Dichte von “Azeri Light” Öl: 800 kg m^{-3} . Das Öl ist inkompressibel
- Volumen einer Kugel: $\frac{4}{3}\pi r^3$; verwende $\pi = 3$
- Volumen eines Kugelabschnitts: $\frac{1}{6}\pi h^2(3r - h)$, wobei h die Höhe des Abschnittes ist.

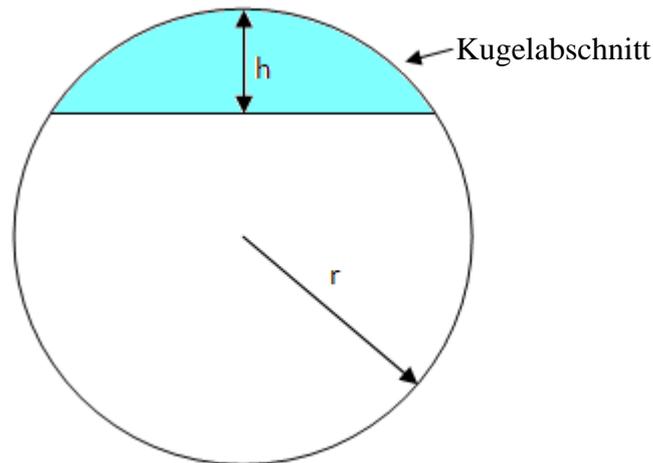


Abbildung I-1

- Ideale Gasgleichung: $PV = \frac{m}{\mu}RT$, wobei $R = 8 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ die Gaskonstante ist.
Weiter bezeichnen in diesem Fall: P den Druck des Gases,
 V das Volumen des Gases
 m die Masse des Gases
 $\mu = 0,016 \text{ kg mol}^{-1}$ die molare Masse des Gases
 T die Temperatur des Gases, die konstant 300 K ist
- Dichte des Erdbodens: $3000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
- Gravitationsbeschleunigung auf der Erde: $g = 10 \text{ m s}^{-2}$

Der Druck der Atmosphäre wird in den Aufgaben nicht berücksichtigt. Außerdem kann der Durchmesser d der Bohrlöcher vernachlässigt werden.

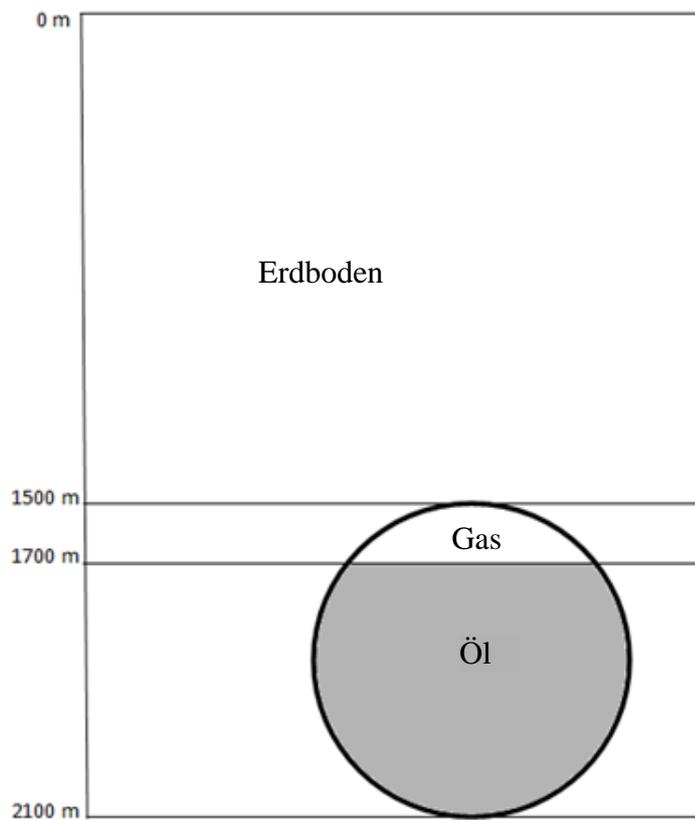


Abbildung I-2

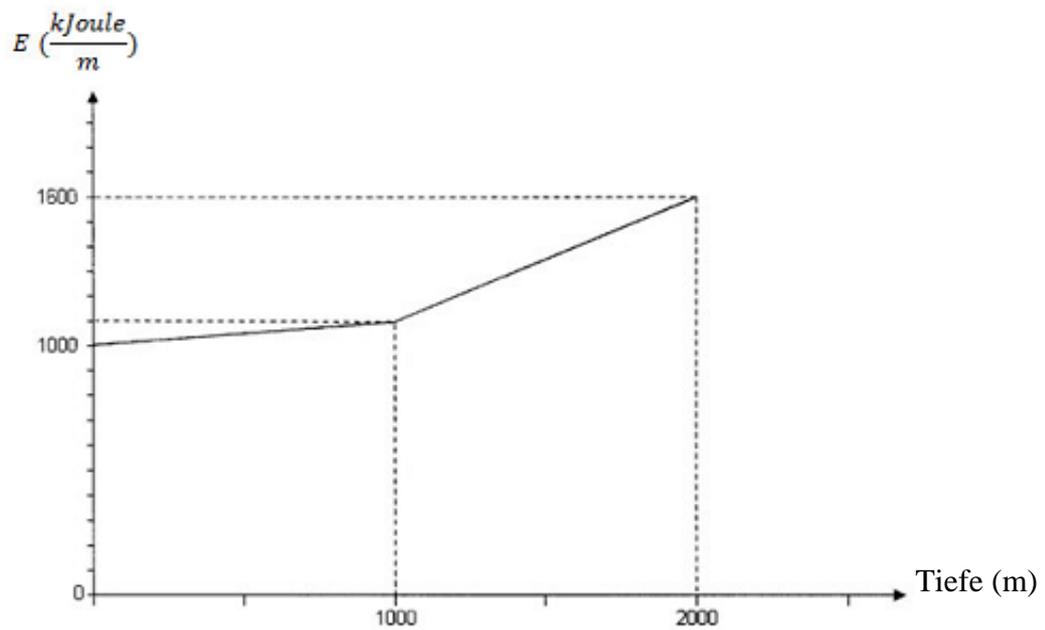


Abbildung I-3



I – 1 (1,0 Punkte)

Wie groß ist der anfängliche Druck des Gases in der Öllagerstätte?

I – 2 (1,0 Punkte)

Berechne die Masse des Gases und die Masse an Öl in der Lagerstätte.

I – 3 (1,0 Punkte)

Wo sollte die Bohrung durchgeführt werden, damit eine maximale Menge an Öl durch den natürlichen Gasdruck an der Oberfläche heraussprudelt? Gib die Position auf der Abbildung im Antwortbogen an und begründe deine Antwort mit Rechnungen.

I – 4 (0,5 Punkte)

Wieviel (welche Masse an) Öl sprudelt auf diese Weise maximal an der Oberfläche heraus?

I – 5 (2,0 Punkte)

Bestimme für diese Form der Ölgewinnung (Heraussprudeln) den *OPC* der Lagerstätte.

I – 6 (1,0 Punkte)

Wie tief muss nach dem Ende des Heraussprudelns ein zusätzliches Bohrloch gebohrt werden, um das verbleibende Gas und Öl aus der Öllagerstätte zu bekommen? Gib die Position dieses zusätzlichen Bohrlochs auf der Abbildung im Antwortbogen an. Das bestehende Bohrloch kann genutzt werden, um das Wasser in die Lagerstätte zu pumpen.

I – 7 (1,5 Punkte)

Schätze die für das Pumpen von Wasser in die Lagerstätte benötigte Energie ab, wenn das gesamte verbleibende Öl und Gas aus der Lagerstätte gewonnen werden sollen.

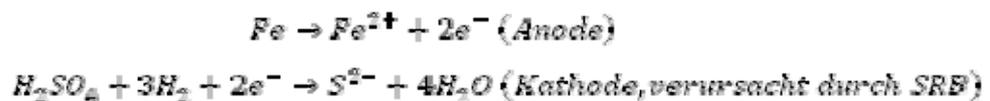
I – 8 (2,0 Punkte)

Berechne den Gesamt-*OPC* für die durch die oben beschriebenen Methoden vollständig erschöpfte Öllagerstätte.



Aufgabe II: Korrosion von Metall

In der ersten Aufgabe wurden Probleme beim Bohren und Fördern in der Ölindustrie besprochen. Zur sicheren Durchführung dieser Aufgaben ist es notwendig, dass Material und Ausrüstung, die eingesetzt werden, bestimmte Sicherheitsbestimmungen erfüllen. Die Vernachlässigung von Sicherheitsmaßnahmen kann zu schweren Unfällen führen, bei denen Menschen und Umwelt zu Schaden kommen. Hauptaufgabe im Sicherheitsmanagement ist, die Korrosion (Oxidation von Metallen) der metallhaltigen Ausrüstung (Rohre, Tanks, Fahrzeuge, Pumpen) in den Griff zu bekommen. Korrosion, die durch Bakterien (Sulfatreduzierende Bakterien –SRB) verursacht wird, wird in vielen Systemen, die Wasser enthalten, beobachtet und als mikrobiologische Korrosion bezeichnet. Durch SRB verursachte Korrosion findet unter anaeroben Bedingungen statt. Die mikrobiologische Korrosion von eisenhaltigem Stahl lässt sich mit folgenden Reaktionen beschreiben:

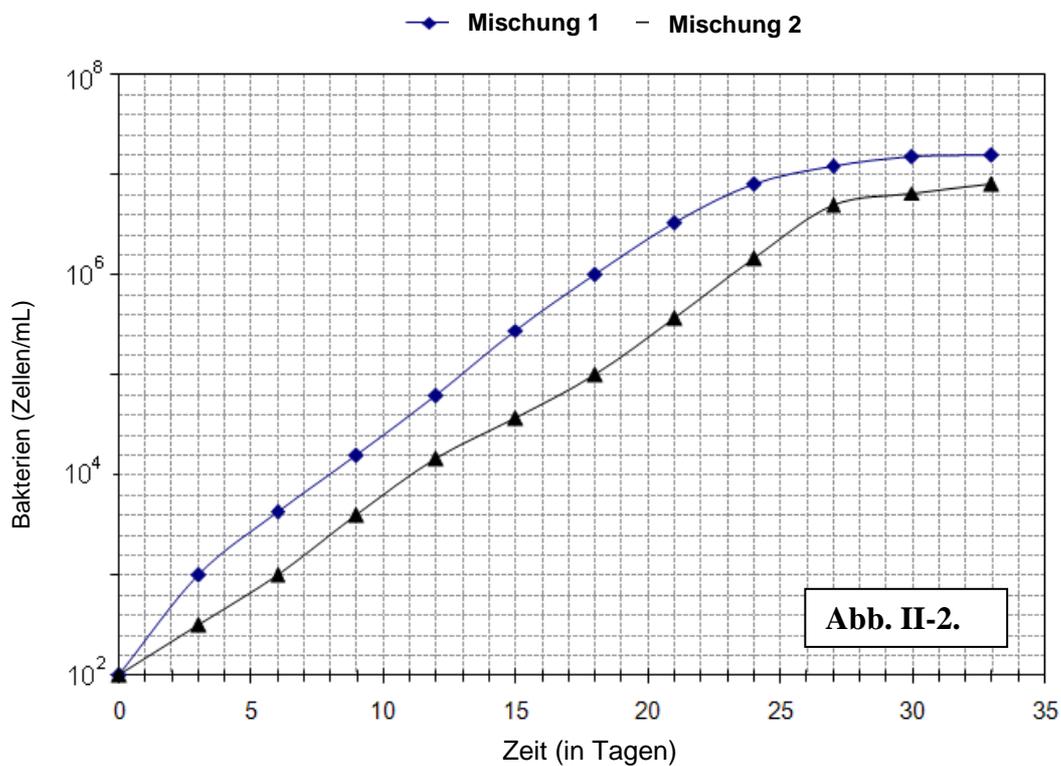
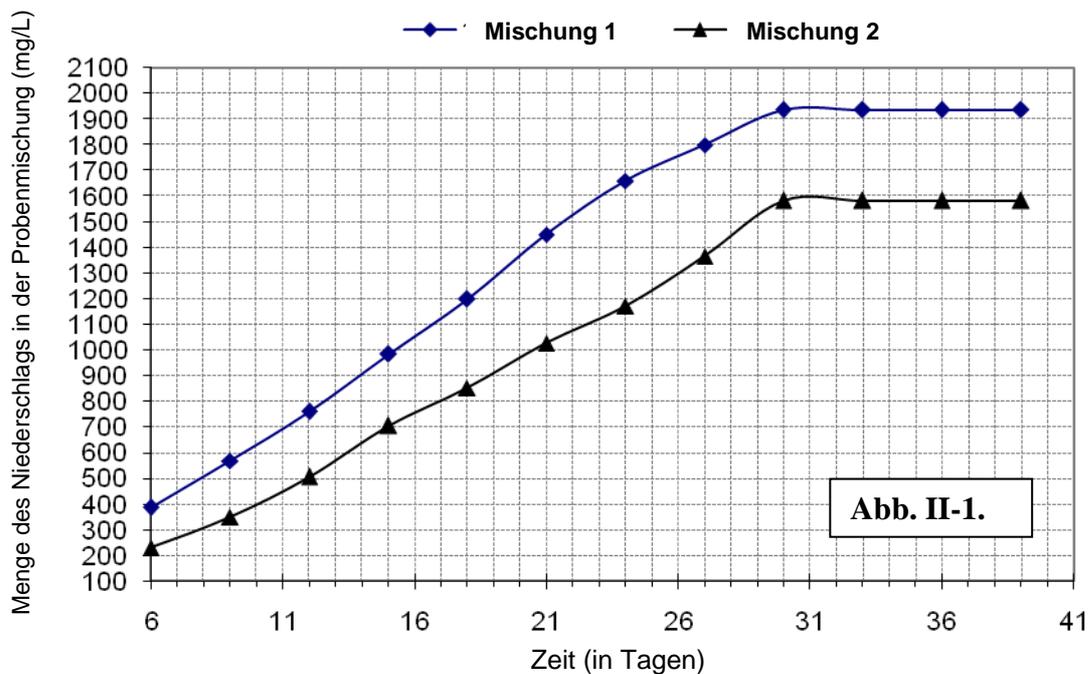


In Ölförderanlagen werden zur Kontrolle der mikrobiologischen Korrosion Proben für eine bakteriologische und chemische Analyse (unter anaeroben Bedingungen) entnommen. Für die Überwachung der mikrobiologischen Korrosion im Azeri-Chirag-Guneshli-Ölfeld im Kaspischen Meer wurden zwei Wasserproben von zwei verschiedenen Offshore-Plattformen gezogen: Probe 1 stammte vom Azeri-Ölfeld, Probe 2 vom Chirag-Ölfeld. In Probe 1 vom Azeri-Ölfeld wurde ein Anfangsgehalt von 45 mg/L FeS bestimmt, in Probe 2 vom Chirag-Ölfeld entsprechend 55 mg/L.

Anschließend wurden zwei Experimente unter Verwendung dieser Proben durchgeführt: Im ersten Experiment wurden 40 mL von Probe 1 (Azeri) und 60 mL von Probe 2 (Chirag) in einem Kolben, der einen Eisennagel mit einer Masse von 2 g enthielt, gemischt. Im Kolben mit der Mischung herrschten anaerobe Bedingungen, so dass das Wachstum von SRB begünstigt wurde. Die Bildung eines schwarzen Niederschlags im Kolben nahm allmählich zu und nach 30 Tagen betrug die Masse des Niederschlags im Kolben 0,1936 g.

Im zweiten Experiment wurden 60 mL von Probe 1 (Azeri) und 40 mL von Probe 2 (Chirag) in einem Kolben gemischt und mit einem Eisennagel gleicher Masse stehen gelassen unter den gleichen (anaeroben) Bedingungen wie im ersten Experiment. In diesem Fall erhielt man nach 30 Tagen eine Masse an Niederschlag von 0,1584 g.

Die Menge an Niederschlag wurde regelmäßig während des Experiments bestimmt und in Abhängigkeit von der Zeit grafisch dargestellt (siehe Abbildung II-1). Mit der Akkumulation von schwarzem Niederschlag nahm auch die Konzentration von SRB-Zellen zu. In den Kolben mit den jeweiligen Mischungen wurde das SRB-Zellwachstum gemessen und ebenfalls in Abhängigkeit von der Zeit grafisch dargestellt (siehe Abbildung II-2). {Die relativen Atommassen betragen Fe=56, S=32}.





II – 1 (0,4 Punkte)

Notiere die Gesamtreaktionsgleichung für die Redoxreaktion von Eisen ausgelöst durch SRB-Zellen.

II – 2 (1,1 Punkte)

Berechne den Gehalt an FeS (mg/L) in Mischung 1 und Mischung 2 zur Zeit $t=0$, wenn die Proben gemischt werden. Nimm an, dass die Redoxreaktion zu diesem Zeitpunkt noch nicht begonnen hat.

II – 3 (0,3 Punkte)

Notiere die chemische Formel für den Niederschlag, der sich während des Experiments in den Kolben bildet.

II – 4 (1,2 Punkte)

Berechne die Konzentration von H_2SO_4 (mol/L) in Mischung 1 und Mischung 2 vor Beginn der Redoxreaktion ($t = 0$, Zeitpunkt, zu dem die Probe 1 und Probe 2 gemischt werden).

II – 5 (2,0 Punkte)

Bestimme die Konzentration von H_2SO_4 (mol/L) in Proben 1 und 2, die von der Azeri- bzw. Chirag-Plattform genommen wurden. Nimm an, dass innerhalb der 30 Tage die gesamte Menge an H_2SO_4 in Mischung 1 und in Mischung 2 reduziert worden ist.

II – 6 (1,0 Punkte)

Berechne für jede Mischung den prozentualen Massenanteil des Eisennagels, der durch die Korrosion verloren gegangen ist.

II – 7 (0,8 Punkte)

Berechne die durchschnittliche Korrosionsrate in mg/Jahr (1 Jahr entspricht 365 Tagen) aus den Daten für 30 Tage. {Korrosionsrate = Massenverlust an Metall / Zeit}

II – 8 (0,5 Punkte)

Warum bleibt die Menge an schwarzem Niederschlag in den jeweiligen Kolben (Abbildung II – 1) nach 30 Tagen konstant? Wähle die korrekte Begründung und trage den entsprechenden Buchstaben in den Antwortbogen ein.

a) Eisennagel und H_2SO_4 waren im Überschuss vorhanden.

c) H_2SO_4 war vollständig aufgebraucht.

b) FeS verhinderte die weitere Korrosion.

d) Der Eisennagel hatte vollständig reagiert.



II – 9 (2,2 Punkte)

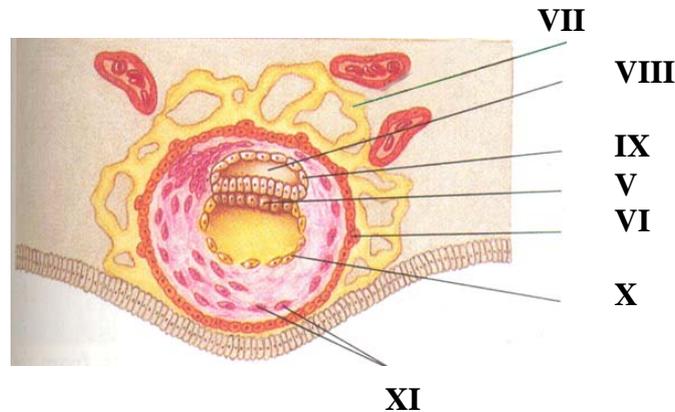
Benutze die Graphen in Abbildungen II – 1 und II – 2, um die Konzentration der Bakterienzellen in beiden Mischungen sowie die Menge an Niederschlag pro Volumeneinheit (mg/L) in Mischung 2 zu bestimmen, wenn in Mischung 1 die Menge an schwarzem Niederschlag 0,12 g beträgt.

II – 10 (0,5 Punkte)

Wie würde sich die Menge an in 30 Tagen akkumuliertem schwarzem Niederschlag ändern, wenn ein großer Nagel mit der Masse von 10 g anstelle des Nagels mit einer Masse von 2 g eingesetzt wird? Wähle die korrekte unter den gegebenen Antwortalternativen und trage den Buchstaben in den Antwortbogen ein.

- a) Sie beträgt dann das 5fache. b) Sie beträgt dann ein Fünftel. c) Sie ändert sich nicht.
d) Sie verdoppelt sich. e) Sie halbiert sich.

Das Epiblast bildet das *Amnion* (10), welches eine Flüssigkeits gefüllte *amniotische Höhle* (11) umschließt. Mesodermale Zellen bilden sich ebenfalls aus dem Epiblasten.



XI
Abbildung III – 3.

III – 1 (2,2 Punkte)

Nutze die obigen Informationen, um die abgebildeten Strukturen den Begriffen im Text zuzuordnen. (Abbildung III – 1, III – 2, und III – 3).

III – 2 (0,8 Punkte)

- Welcher der beschrifteten Teile des Embryos entwickelt sich zur Plazenta?
- Um Erbkrankheiten zu diagnostizieren, wird eine spezielle Technik angewendet. Hierbei wird eine Flüssigkeit aus der Höhle entnommen, die den Fetus umgibt. Wähle die korrekte Beschriftung in Abbildung III – 3, die den Teil angibt, aus dem die Probe zur Analyse entnommen wird.

III – 3 (1,0 Punkte)

Untersuchungen haben ergeben, dass bestimmte Chemikalien, die vom Trophoblasten ausgeschieden werden, die menschliche Immunreaktion herabsetzen. Welche der unten aufgeführten Ereignisse wird durch diese Funktion des Trophoblasten verhindert?

- Eindringen mütterlicher Antigene in das fetale Blut
- Infektion des Embryos mit einem Virus
- Die Abstoßung des Embryos
- Blockierung der Trophoblastenentwicklung durch das Endometrium

III – 4 (0,5 Punkte)

Berechne die Anzahl von Zellen im Embryo zum Zeitpunkt der beginnenden Kompaktierung.

III – 5 (0,9 Punkte)

Das Nervensystem ist eines der ersten Organsysteme, das während der Embryonalentwicklung gebildet wird. Die oberen (anterioren) Abschnitte des Neuralrohres entwickeln sich zum Gehirn, welches verschiedene Körperfunktionen steuert. Stelle den Vorgang (A), den zellulären Prozess (B), der diesen Vorgang ermöglicht, und die dafür notwendige subzelluläre Struktur (C), des in Abbildung III – 4 gezeigten Vorgangs zusammen (bspw. I-a-1).

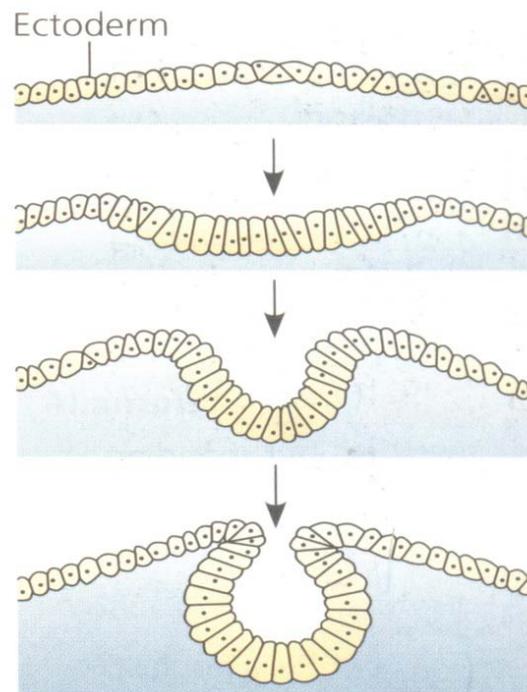


Abbildung III – 4.

- A.
 - I. Einnistung eines Embryos in das Endometrium
 - II. Organogenese
 - III. Bildung des Neuralrohres
 - IV. Bildung des Amnionsacks

- B.
 - a. Zellatmung
 - b. Änderung der Zellform
 - c. Zerstörung der Zelle

- C.
 - 1. kontraktile Vakuole
 - 2. Mitochondrium
 - 3. Zellskelett
 - 4. Zellwand

Im Menschen empfangen spezielle Nervenzellen, die suprachiasmatischen Nuclei (SCN), im Hypothalamus Signale direkt von der Retina. Diese Nervenzellen sind außerdem mit der Zirbeldrüse (Epiphyse) verbunden. Die SCN und die Zirbeldrüse interagieren und erzeugen somit wahrscheinlich die „biologische Uhr“. Die SCN signalisieren der Zirbeldrüse, mit der Produktion von Melatonin zu beginnen. Dieses Hormon fördert das Schlafen. Melatonin ist ein Hormon, das aus der Aminosäure Tryptophan gebildet wird. Tryptophan wird mit der Nahrung aufgenommen. Es wird zu Serotonin und dieses in Melatonin umgewandelt. Spezifische Enzyme katalysieren und steuern diese Reaktionen. Zwei dieser Enzyme sind in Abbildung III – 5 gezeigt.

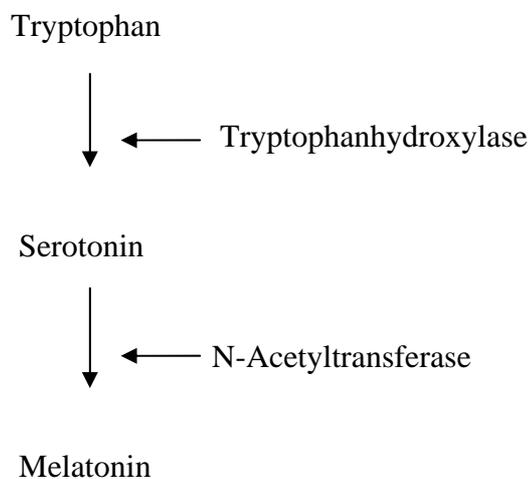


Abbildung III – 5.

Die Aktivität der Enzyme, die die Umwandlung von Serotonin in Melatonin katalysieren, wird durch Licht inhibiert. Es wurde gezeigt, dass speziell Licht mit einer Wellenlänge von 450-500 nm (Abbildung III – 6), die Melatoninbildung verhindert. Während des Tages wird Serotonin in der Zirbeldrüse gesammelt.

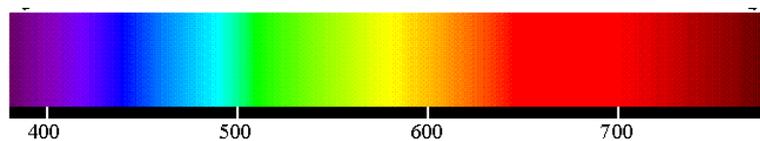


Abbildung III – 6. Der sichtbare Teil des Spektrums

III – 6 (0,4 Punkte)

Herr Huseynli ist 75 Jahre alt und leidet unter Schlaflosigkeit (Insomnia). Die Anteile an Melatonin in seinem Blut und dem Blut eines gesunden 30-Jährigen wurden gemessen. Welche der Kurven in Abbildung III – 7 zeigt den Anteil an Melatonin, der Herrn Huseynli zugeordnet werden kann. Wähle die passende Kurve.

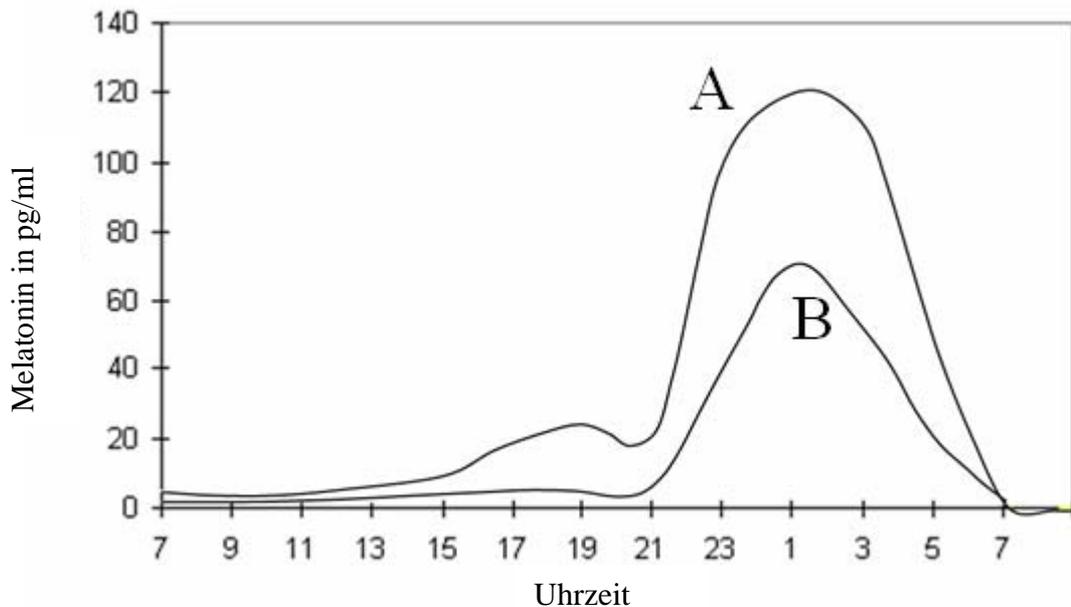


Abbildung III – 7.

III – 7 (1,0 Punkte)

Welche Brillengläser würdest du Herrn Huseynli, der sich selbst auf eine frühere Schlafenszeit einstellen möchte, empfehlen? Welche Farbe des Lichts sollten die Brillengläser blockieren?

- a. grün
- b. blau
- c. gelb
- d. rot
- e. orange

III – 8 (0,6 Punkte)

Welches der Enzyme ist für die Produktion von Serotonin verantwortlich? Wähle die entsprechende Kurve aus der Abbildung.

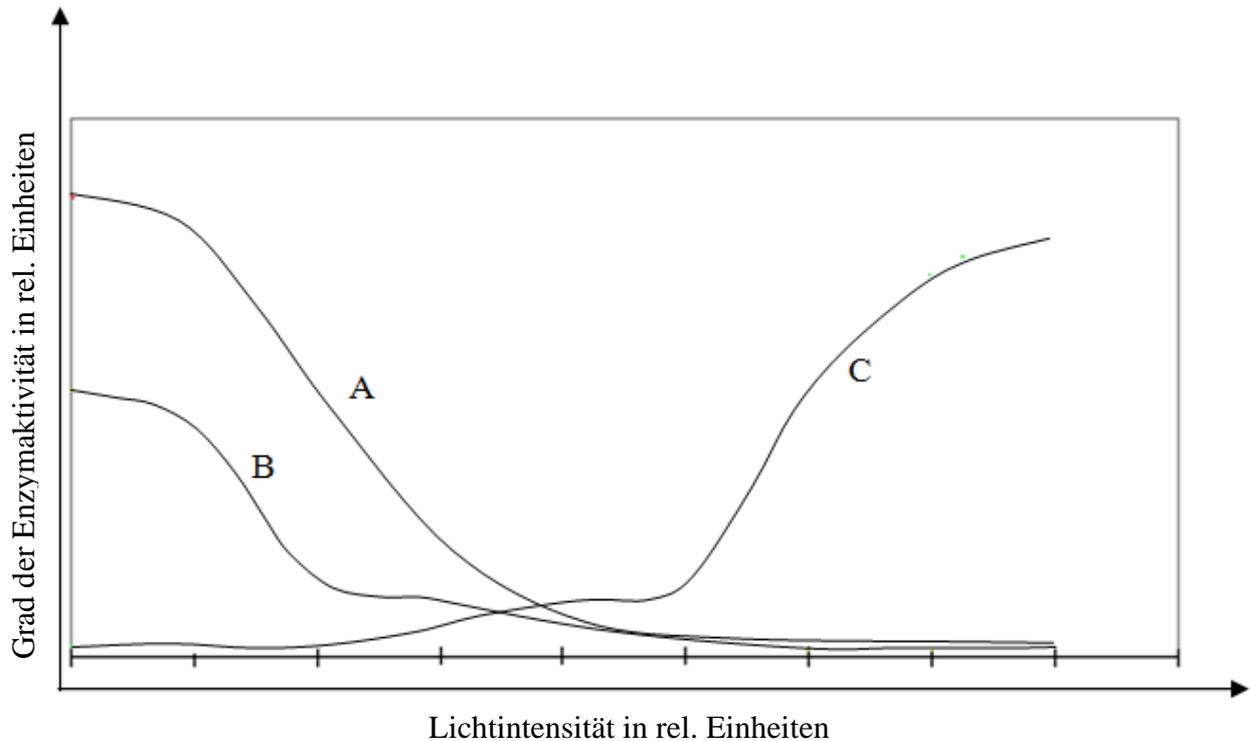


Abbildung III – 8.

III – 9 (1,5 Punkte)

Was erwartest du bezüglich der Aktivitätsänderung der N-Acetyltransferase für die folgenden Zeitperioden?

Ihre Aktivität

1. von 19:00 bis 23:00,
2. von 23:00 bis 02:00,
3. von 02:00 bis 07:00.

Benutze die unten stehenden Begriffe, um die Lücken zu füllen und trage ein X in die entsprechenden Kästchen im Antwortbogen ein:

a. nimmt zu

b. nimmt ab

c. bleibt relativ konstant



III – 10 (1,2 Punkte)

Was ist die beste Erklärung dafür, dass die Zirbeldrüse auch als „drittes Auge“ bei Fischen, Amphibien, Reptilien oder Vögeln bezeichnet wird? Wähle die richtige Antwort aus.

- a. *Licht kann durch den dünnen Teil des Schädels dieser Tiere gelangen und wird von der Zirbeldrüse detektiert.*
- b. *Die Zirbeldrüse ist sehr groß.*
- c. *Die Zirbeldrüse ist zwischen den Augen lokalisiert.*
- d. *Nervenimpulse vom Auge werden direkt zur Zirbeldrüse geleitet.*