

# Beispielfragen zum schriftlichen Teil der Facharztprüfung Anästhesiologie und Intensivmedizin

## Physik

### 1. Druck

- a.  $\text{Druck} = \text{Masse} \times \text{Beschleunigung}$ .
- b.  $\text{Druck} = \text{Kraft} \times \text{Fläche}$ .
- c. Druck wird immer als absoluter Druck angegeben.
- d. Die SI-Einheit ist mmHg.
- e. 16 kPa ist ein realistischer Wert für den systolischen Blutdruck.

### 2. Luftdruck - Atmosphäre

- a. Der durchschnittliche Luftdruck auf Meereshöhe beträgt 101,3 kPa.
- b. Der durchschnittliche Luftdruck auf Meereshöhe beträgt 760 mmHg.
- c. Der Luftdruck nimmt linear mit zunehmender Höhe ab.
- d. Der Sauerstoffanteil in der Luft nimmt mit zunehmender (Meeres)Höhe proportional zum Luftdruck ab.
- e. Das mengenmäßig drittichtigste Gas in der Atmosphäre ist Kohlendioxid mit einem Anteil von 0,3 %.

### 3. Partialdruck

- a. Das Dalton-Gesetz beschreibt Partialdrücke.
- b.  $\text{Partialdruck} = \text{Gesamtdruck} \times \text{Gasfraktion}$ .
- c. In der Berechnung des Partialdrucks werden Gasfraktionen als Prozentwerte angegeben.
- d. Die Summe der Partialdrücke aller Gase in einem Gasgemisch entspricht meist dem Gesamtdruck.
- e. Der Partialdruck von Sauerstoff in Raumluft beträgt rund 160 mmHg.

### 4. Der Sauerstofftransport im Blut

- a. erfolgt überwiegend durch physikalische Lösung.
- b. ist praktisch unabhängig vom herrschenden Luftdruck.
- c. gehorcht einer sigmoiden Beziehung zwischen Sauerstoffpartialdruck und Sauerstoffsättigung.
- d. wird durch Verdoppelung des Umgebungsdrucks nicht auf das Doppelte gesteigert.
- e. ist von der Euler-Zahl abhängig, die den Wert 1,39 hat.

### 5. Die Sauerstoffversorgung der Organe

- a. ist neben dem Sauerstoffpartialdruck im arteriellen Blut abhängig vom Herzzeitvolumen.
- b. kann abgeschätzt werden durch die Bestimmung der gemischt-venösen Sauerstoffsättigung.
- c. hängt vom Sauerstofftransport im Blut ab, jedoch nicht vom Gasaustausch in der Lunge.
- d. wird angegeben durch den Begriff 'Sauerstoffangebot' mit der Abkürzung  $\text{VO}_2$ .
- e. kann durch die Verabreichung von Erythrozytenkonzentraten beeinflusst werden.

## 6. Hämodynamik

- a. Das Herzzeitvolumen kann durch Multiplikation von Herzfrequenz und Schlagvolumen berechnet werden und beträgt für einen Erwachsenen größenordnungsmäßig 5 l/s unter normalen Bedingungen.
- b. Die Berechnung des systemischen vaskulären Widerstands (SVR) gehorcht dem aus der Elektrizitätslehre bekannten Ohm'schen Gesetz.
- c. Das Ohm'sche Gesetz setzt die Größen Strom (I), Spannung (U) und Widerstand (R) in Beziehung und lautet:  $R=I/U$ .
- d. Wird das Ohm'sche Gesetz umgelegt auf die Betrachtung der Hämodynamik, so entspricht die Spannung der Druckdifferenz zwischen dem arteriellen und dem venösen System als treibende Kraft für den Blutfluss.
- e. Die gebräuchliche Einheit für den systemischen vaskulären Widerstand ist  $\text{dyn} \times \text{sek} \times \text{cm}^{-5}$ .

## 7. Gasgesetze

- a. Das Boyle-Gesetz besagt, dass mit steigendem Druck die Temperatur zunimmt.
- b. Das Charles-Gesetz setzt die Größen Temperatur und Volumen zueinander in Beziehung.
- c. Das Avogadro-Gesetz berücksichtigt die Anzahl der Gasmoleküle.
- d. Die ideale Gasgleichung lautet:  $p \times V = n \times R \times T$
- e. Wird das Volumen eines Gases in einem Zylinder auf die Hälfte zusammengedrückt, so steigt der Druck auf das Vierfache.

## 8. Stoffmenge

- a. Die Avogadro-Zahl lautet  $6,022 \times 10^{23}$ .
- b. Die Avogadro-Zahl gibt die Anzahl der Teilchen in einem Mol einer Substanz an.
- c. 1 Mol eines beliebigen Gases hat ein Volumen von 22,4 l.
- d. Sauerstoff hat (laut Periodensystem) die Ordnungszahl 8 und die Massenzahl 16. 1 Mol Sauerstoff ( $\text{O}_2$ ) entspricht somit einer Masse von 32 g.
- e. In der Praxis kann auf Basis der Beziehung 1 Mol Gas = 22,4 l vom Füllgewicht einer  $\text{N}_2\text{O}$ -Flasche auf das  $\text{N}_2\text{O}$ -Volumen geschlossen werden.

## 9. Löslichkeit

- a. Die physikalische Lösung von Sauerstoff in Blut gehorcht dem Henry-Gesetz.
- b. Der Löslichkeitskoeffizient für Sauerstoff in Blut beträgt 0,003 ml  $\text{O}_2$ /100 ml Blut pro mmHg  $p\text{O}_2$ .
- c. Ein Blut-Gas-Verteilungskoeffizient von 0,7 für Sevofluran bedeutet, dass Sevofluran verhältnismäßig gut in Blut löslich ist.
- d. Wenn in den Alveolen und im (pulmonalkapillären) Blut der gleiche Partialdruck herrscht, so beträgt der Verteilungskoeffizient 1.
- e. Eine schlechte Löslichkeit eines Anästhesiegases ist gleichbedeutend mit einem langsamen Anstieg der alveolären Konzentration dieses Gases.

## 10. Gase und Druck:

- a.  $\text{N}_2\text{O}$  liegt bei Atmosphärendruck (und normaler Temperatur) immer als Gas vor.
- b. Sauerstoff ist bei einem Flaschendruck von 200 bar (bei normaler Temperatur) immer gasförmig.
- c. Der Druck in einer  $\text{N}_2\text{O}$ -Flasche kann (bei normaler Temperatur) bis zu 180 bar betragen.

- d. Das Sauerstoffvolumen in einer Druckflasche entspricht dem Flaschendruck multipliziert mit dem Flaschenvolumen.
- e. Der Dampfdruck von  $\text{N}_2\text{O}$  beträgt bei  $20\text{ }^\circ\text{C}$  rund 52 bar.

#### 11. Gase, Druck und Temperatur

- a. Oberhalb der kritischen Temperatur kann ein Gas allein durch Anwendung von Druck nicht verflüssigt werden.
- b. Die kritische Temperatur von  $\text{N}_2\text{O}$  ist  $20,5\text{ }^\circ\text{C}$ .
- c. Eine rasche Druckabnahme eines Gases führt zu dessen Abkühlung.
- d. Der Dampfdruck ist jener Gasdruck, der in einem geschlossenen Behältnis über einer Flüssigkeit durch das Übertreten von Flüssigkeitsmolekülen in den gasförmigen Zustand entsteht.
- e. Der Dampfdruck ist eine temperaturunabhängige Stoffkonstante.

#### 12. Strömungen

- a. Das Hagen-Poiseuille-Gesetz beschreibt den Zusammenhang zwischen dem Fluss durch eine Röhre und der Druckdifferenz, dem Radius, der Länge und der Viskosität.
- b. Der Radius geht mit der dritten Potenz in das Hagen-Poiseuille-Gesetz ein; eine Verdoppelung des Radius führt somit zu einer Verachtfachung des Flusses.
- c. Eine hohe Viskosität geht mit einem höheren Fluss einher als eine niedrige Viskosität.
- d. Das Hagen-Poiseuille-Gesetz gilt ausschließlich für die Strömung von Flüssigkeiten.
- e. Die Länge der Röhre hat keine wesentliche Auswirkung auf den Fluss.

#### 13. Strömungen

- a. Der Übergang von einer laminaren zu einer turbulenten Strömung kann durch die Bernoulli-Zahl charakterisiert werden.
- b. Zu den Faktoren, die den Übergang von einer laminaren zu einer turbulenten Strömung beeinflussen, zählen die Flussgeschwindigkeit, die Dichte, der Durchmesser und die Viskosität.
- c. Strömt ein Gas oder eine Flüssigkeit durch eine sich verengende Röhre, so steigt die Strömungsgeschwindigkeit und der Druck an der Engstelle an.
- d. Der Druckanstieg an der Engstelle einer durchströmten Röhre wird als Venturi-Effekt bezeichnet.
- e. Die Glasröhre eines Flowmeters (Rotameters) muss über die gesamte Länge den gleichen Durchmesser aufweisen.

#### 14. Invasive Druckmessung

- a. Gefäßkatheter, Schlauch und Druckwandler bilden ein System, in dem die Oszillationen eine charakteristische Resonanzfrequenz aufweisen.
- b. Schwingungen, die das eigentliche Drucksignal überlagern, sind als solche eindeutig erkennbar und führen damit nicht zu einer relevanten Störung des Signals.
- c. Schleuderzacken sind ein Kennzeichen zu geringer Dämpfung.
- d. Eine übermäßige Dämpfung kann nicht durch Luftblasen im System hervorgerufen werden.
- e. Die Länge des Schlauchsystems ist ohne Einfluss auf das Resonanzverhalten.

#### 15. Das Gesetz von Laplace

- a. beschreibt den Zusammenhang zwischen Wandspannung, Druck und Radius.
- b. besagt, dass die Wandspannung umgekehrt proportional dem Radius ist.

- c. findet Anwendung in der Beschreibung von Alveolen wie auch des linken Ventrikels.
- d. hat zur Folge, dass sich von zwei benachbarten Alveolen ohne Surfactant die größere in die kleinere Alveole entleeren würde.
- e. berücksichtigt grundsätzlich nicht die Wanddicke.

#### 16. Exponentielle Prozesse

- a. Der radioaktive Zerfall kann, muss aber nicht gemäß einer exponentiellen Funktion erfolgen.
- b. In einem exponentiellen Abbauprozess ist die pro Zeiteinheit abgebaute Substanz immer proportional der noch vorhandenen Substanzmenge.
- c. Eine Exponentialfunktion kann folgende Form haben:  $M_t = M_0 \log(-k \cdot t)$
- d. Der Begriff der Halbwertszeit ist nicht geeignet, eine Exponentialfunktion zu beschreiben.
- e. In der Pharmakokinetik werden Eliminationsvorgänge im allgemeinen durch Exponentialfunktionen beschrieben.

#### 17. In der Pulsoxymetrie

- a. wird die Sauerstoffsättigung des Blutes auf Basis des unterschiedlichen Absorptionsverhaltens von oxygeniertem und nicht-oxygeniertem Hämoglobin bestimmt.
- b. ist die Verwendung von Licht einer Wellenlänge (rotes Licht) ausreichend.
- c. entspricht das Maximum der Pulsoxymetrikurve dem Maximum der Lichtabsorption im Verlauf der Pulswelle.
- d. kann nicht zwischen arteriellem, kapillärem und venösem Blut differenziert werden.
- e. führt die Anwesenheit von Methylenblau im Blut zu falsch-niedrigen Sauerstoffsättigungswerten.

#### 18. Ultraschall

- a. Die Eindringtiefe von Ultraschall ist proportional der Frequenz.
- b. Das Auflösungsvermögen von Ultraschall ist proportional der Wellenlänge.
- c. Zur Bestimmung des Doppler-Effekts wird eine Ultraschallwelle ausgesandt (und wieder empfangen), die beim Auftreffen auf bewegte Objekte eine Frequenzänderung erfährt, woraus auf die Geschwindigkeit der bewegten Objekte geschlossen werden kann.
- d. Die Geschwindigkeit kann mittels Doppler-Effekt nur bestimmt werden, wenn die Ultraschallwelle im rechten Winkel auf die bewegten Objekte trifft.
- e. Zwei Schallwellen, die eine Phasendifferenz von  $180^\circ$  aufweisen, löschen einander bei Überlagerung gegenseitig aus.

#### 19. Statistik

- a. In einer Normalverteilung stimmen der Mittelwert und der Median weitgehend überein.
- b. Ein Streuungsmaß des Medians ist die Standardabweichung.
- c. Das Perzentil ist ein Streuungsmaß, das angibt wieviele Prozent aller Beobachtungen unterhalb eines bestimmten Werts liegen.
- d. In der medizinischen Wissenschaft liegt das Signifikanzniveau zumeist bei 0,05.
- e. Die Nullhypothese geht davon aus, dass ein bestimmter Zusammenhang nicht besteht, geht also von der Gleichheit von Sachverhalten aus.

## 20. Statistik

- a. Innerhalb von 2 Standardabweichungen um das entsprechende Lagemaß liegen 90 % der Messpunkte.
- b. Ein parametrischer Test soll grundsätzlich nicht beim Vorliegen einer Normalverteilung angewendet werden.
- c. Der t-Test für verbundene Stichproben und der Wilcoxon-Test gehören zu den nicht-parametrischen Verfahren.
- d. Der Chi-Quadrat-Test ist für nominalskalierte Werte anwendbar.
- e. Das 95 % Konfidenzintervall gibt jenen Wertebereich an, der den wahren Messwert mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % enthält.

## Antworten

Die Antworten wurden sehr sorgfältig überprüft, für die Richtigkeit kann jedoch (auch aufgrund teilweise divergierender Angaben in der Literatur) keine Gewähr übernommen werden.

1. F – F – F – F – R
2. R – R – F – F – F
3. R – R – F – F – R
4. F – F – R – R – F
5. R – R – F – F – R
6. F – R – F – R – R
7. F – R – R – R – F
8. F – R – R – F – R
9. R – R – F – F – F
10. R – R – F – R – R
11. R – F – R – R – F
12. R – F – F – F – F
13. F – R – F – F – F
14. R – F – R – F – F
15. R – F – R – F – F
16. F – R – F – F – R
17. R – F – R – F – R
18. F – F – R – F – R
19. R – F – R – R – R
20. F – F – F – R – R