

43-40

Silvaticum

Beachten Sie: Diese Themen geben einen Überblick über *Mindestanforderungen* an physikalisch relevantem Wissen medizinischer Anwendungen. Sie entbinden nicht von der Kenntnis der Themen des Gegenstandskataloges.

Röntgenstrahlung, Röntgenröhre, Röntgenspektrum, Röntgenabsorption, Elektronenvolt	emissive Röntgenstrahlung Röntgenverfahren
--	---

physikalische Themen	Anwendung in der Medizin
<u>Allgemein, Mechanik</u>	
Standardabweichung, Messunsicherheit, relative Messunsicherheit, vereinfachte Bestimmung von Messunsicherheiten eines Rechenergebnisses	Messen, Statistik <i>Körpergrößenverteilung</i>
Masse, Gewicht	Skelettzug, Kräfte bei Oberschenkelbruch
Kräfte, Kraftzerlegung	<i>Hüftgelenk</i>
Hebel, Drehmoment, Schwerpunkt	Hebel am Unterarm; Schwerpunktbestimmung beim Mensch; Schuhrandbruch (bei Skifahren); <i>Bruch Tib.</i>
Arbeit, Energie	Koffer tragen auf Flur; Treppen steigen
Spannung, Dehnung, Scherung, Elastizität, Hooke'sches Gesetz	Spannungs-Dehnungs-Diagramm von: Knochen, Blutgefäß, Metall
Dichte, Auftrieb, Viskosität	Mensch in Badewanne - Wasserspiegel bei Atmung ein/aus, bei Versinken des Körpers;
Strömung, laminar, turbulent, Viskosität, Kontinuitätsgleichung, Strömungswiderstand, Druck, Stokes-Reibung	Blut, Blutsenkung (Fallgeschwindigkeit) Strömungsanpassung einer Bifurkation Druckabfall im Gefäßsystem; Schweredruck des Blutes im Fuß; Blutdruckmessung; Turbulenz an Stenose statischer Druck in Stenose und Aneurysma Sedimentation von Erythrozyten, Zentrifugieren

Themen zur medizinischen Anwendung der Physik

43-40

Skriptum

Bereichen Sie: Diese Themen geben einen Überblick über *Mindestanforderungen* an physikalisch relevantem Wissen medizinischer Anwendungen. Sie entbinden nicht von der Kenntnis der Themen des Gegenstandskataloges.

elastische Streuung, Photoeffekt, Compton-Effekt, Paarbildung	Absorptionsmechanismus von Röntgen- und -Strahlen
Aktivitätsmessung, Nachweismethoden radioaktiver Strahlung	Gammakamera
Zerfallsgesetz, Halbwertszeit	Eigenschaften von Radionukliden für medizinische Diagnostik
Röntgenstrahlung, Röntgenröhre, Röntgenspektrum, Röntgenabsorption, Elektronenvolt	Röntgenverfahren

physikalische Themen	Anwendung in der Medizin
----------------------	--------------------------

Allgemein, Mechanik

Standardabweichung, Messunsicherheit, relative Messunsicherheit, vereinfachte Bestimmung von Messunsicherheiten eines rechnergebnisses	Messen, Statistik <i>Körpergrößenverteilung</i>
Masse, Gewicht	Skelettzug, Kräfte bei Oberschenkelbruch
Kräfte, Kraftzerlegung	<i>Hüftgelenk</i>
Hebel, Drehmoment, Schwerpunkt	Hebel am Unterarm; Schwerpunktbestimmung beim Mensch; Schuhrandbruch (bei Skifahren); <i>Bruch Tibia</i>
Arbeit, Energie	Koffer tragen auf Flur; Treppen steigen
Spannung, Dehnung, Scherung, Elastizität, Hookesches Gesetz	Spannungs-Dehnungs-Diagramm von: Knochen, Blutgefäß, Metall
Dichte, Auftrieb, Viskosität	Mensch in Badewanne - Wasserspiegel bei Atmung ein/aus, bei Versinken des Körpers;
Strömung, laminar, turbulent, Viskosität, Kontinuitätsgleichung, Strömungswiderstand, Druck, Stokes-Reibung	Blut, Blutsenkung (Fallgeschwindigkeit) Strömungsanpassung einer Bifurkation Druckabfall im Gefäßsystem; Schweredruck des Blutes im Fuß; Blutdruckmessung; Turbulenz an Stenose statischer Druck in Stenose und Aneurysma Sedimentation von Erythrozyten, Zentrifugieren

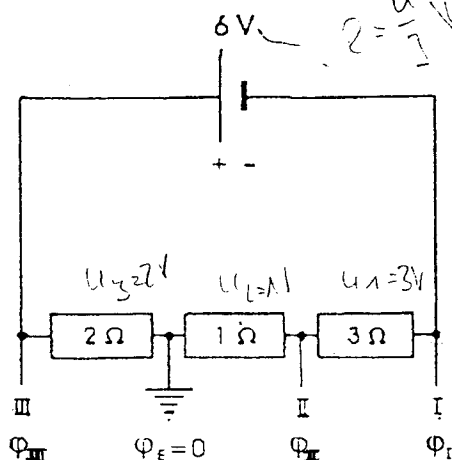
1. Bei Messungen mit Strommessgeräten (Amperemeter) werden diese

- ✗ (A) in Serie in den Stromkreis geschaltet und ihr Innenwiderstand soll möglichst klein sein.
 (B) parallel zum Verbraucher geschaltet und ihr Innenwiderstand soll möglichst klein sein.
 (C) in Serie in den Stromkreis geschaltet und ihr Innenwiderstand soll möglichst groß sein.
 (D) parallel zum Verbraucher geschaltet und ihr Innenwiderstand soll möglichst groß sein.
 (E) parallel zum Verbraucher geschaltet und ihr Innenwiderstand spielt keine Rolle.

2. Welche der folgenden Aussagen trifft nicht zu?

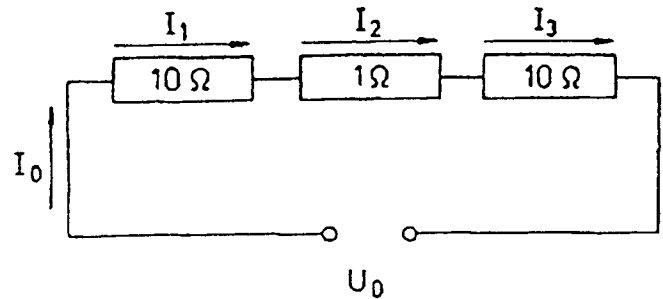
- (A) Der Effektivwert der Wechselspannung beträgt ca. 230 V (war früher 220 V).
 (B) Die Amplitude der Wechselspannung beträgt ca. 325 V.
 (C) Die Frequenz der Wechselspannung beträgt 50 Hz.
 ✗ (D) Die Periodendauer der Wechselspannung beträgt 2 s. $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50 \text{ Hz}} = 0,02 \text{ s} = 20 \text{ ms}$
 (E) Die haushaltsüblichen Sicherungen unterbrechen den Stromkreis, wenn der Strom 10 A oder 16 A überschreitet.

3. Welche der folgenden Angaben über Potentialdifferenzen U zu der abgebildeten Schaltung ist falsch?



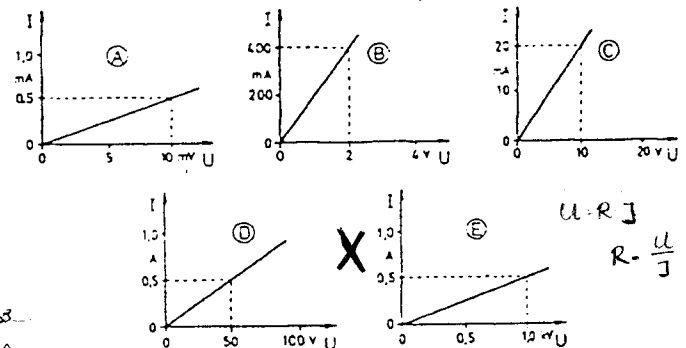
- (A) $\varphi_{\text{III}} = -4 \text{ V}$ $0 - 1 - 3 = -4 \text{ V}$
 (B) $\varphi_{\text{II}} = -1 \text{ V}$ $0 - 1 = -1 \text{ V}$
 (C) $\varphi_{\text{III}} = +2 \text{ V}$ $0 + 2 = 2 \text{ V}$
 (D) $U_{\text{II-I}} = 3 \text{ V}$ $0 - 1 - (-4) = 3 \text{ V}$
 ✗ (E) $U_{\text{III-II}} = 2 \text{ V}$ $0 + 2 - 0 = 2 \text{ V}$

4. Welche der Aussagen über die folgende Schaltung ist richtig?

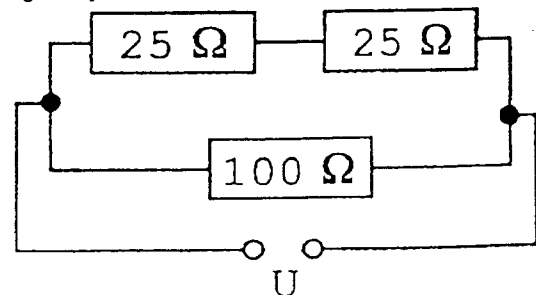


- (A) $I_1 = I_2 = I_3 = I_0$.
 (B) $I_1 = I_3 < I_2$.
 (C) $I_1 = I_3 > I_2$.
 (D) $I_1 + I_2 + I_3 = I_0$.
 (E) $I_1 > I_2 > I_3$.

5. Die folgenden Diagramme zeigen Strom-Spannungs-Kennlinien von Ohmschen Widerständen. Bei welchem beträgt der Widerstand R 2000 Ω ?



6. In der folgenden Schaltung beträgt die Leistung am 100 Ω Widerstand 10 W. Wie groß ist die Leistung bei jedem der 25 Ω Widerstände?



- (A) 1,25 W
 (B) 2,5 W
 (C) 5,0 W
 ✗ (D) 10,0 W
 (E) 20,0 W

$P = U \cdot I$

7. Welche der folgenden Zuordnungen (A-E) zwischen einer elektrischen Größe und einer Definitionsgleichung ist falsch?

t : Zeit, I : Stromstärke, U : Spannung, \vec{F} : Kraft

- (A) Ladung Q : $\partial Q = I \cdot \partial t$
 (B) elektr. Feldstärke \vec{E} : $\vec{E} = \vec{F} / Q$
 ✓ (C) Widerstand R : $R = U \cdot I$ $U = R \cdot I$
 (D) Kapazität C : $C = Q / U$
 (E) Induktivität L : $U = -L \cdot \frac{\partial I}{\partial t}$

10. Der Betrag der Impedanz $|Z|$ einer Reihenschaltung von Kondensator (mit der Kapazität C) und Spule (mit der Induktivität L) ist:

$$|Z| = \omega \cdot L - \frac{1}{\omega \cdot C}$$

Für welche Kreisfrequenz ω wird $|Z|$ minimal?

(A) $\frac{1}{L \cdot C}$

(B) $\frac{1}{2 \cdot \pi \cdot L \cdot C}$

✓ (C) $\frac{1}{\sqrt{L \cdot C}}$

(D) $\frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot L \cdot C}}$

(E) $L \cdot C$

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

8. Bei einer angelegten Spannung von U von 50 V beträgt die Ladung Q in einem Kondensator 0,2 mC.

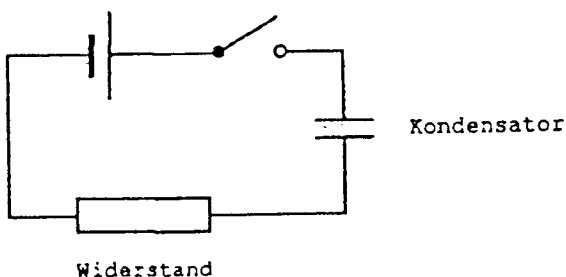
Die Kapazität C des Kondensators beträgt:

- ✓ (A) 4 μF
 (B) 4 mF
 (C) 10 mF
 (D) 10 F
 (E) 250 mF

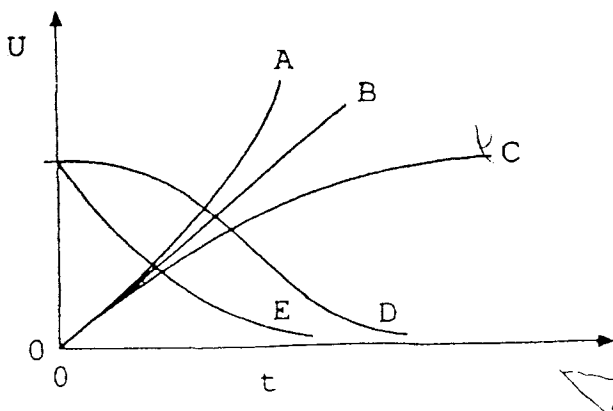
$$\begin{aligned} 0,2 \text{ mC} &= 0,2 \cdot 10^{-3} = 2 \cdot 10^{-4} \\ \frac{2 \cdot 10^{-4}}{50 \text{ V}} &= \frac{2 \cdot 10^{-4}}{5 \cdot 10^1} = \frac{2}{5} \cdot 10^{-5} = 0,4 \cdot 10^{-5} = 4 \cdot 10^{-6} = 4 \mu F \end{aligned}$$

9. Zur Zeit $t = 0$ wird der Schalter in der angegebenen Schaltung bei ungeladenem Kondensator geschlossen.

Spannungsquelle Schalter



Welche der Kurven A-E gibt den zeitlichen Verlauf der Spannung U am Kondensator am besten wieder?



11. Ein (idealer, verlustfreier) Transformator mit primärseitig 690 Windungen wird an 230 V Wechselspannung angeschlossen und soll (unbelastet) sekundärseitig 20 V liefern.

Wieviele Windungen sind sekundärseitig erforderlich?

- (A) 20.
 (B) 30.
 ✓ (C) 60.
 (D) 115.
 (E) 230.

$$\begin{aligned} \frac{3690 \text{ Windungen}}{230 \text{ V}} &= \frac{x}{20 \text{ V}} \\ x &= \frac{20 \cdot 3690}{230} = 319,13 \approx 320 \end{aligned}$$

12. Werden der Radius r und die Länge l eines zylindrischen Drahtes um den Faktor 3 vergrößert, so verändert sich der elektrische Widerstand

$R = \rho \cdot l / (\pi \cdot r^2)$ um den Faktor:

- ✓ A, 1/9
 B, 1/3
 C, 1
 D, 3
 E, 9

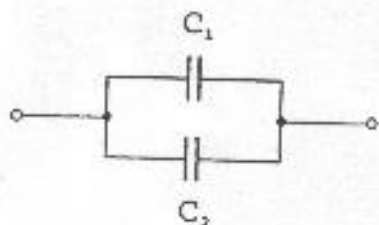
$$R = \frac{\rho \cdot l}{\pi \cdot r^2} = \frac{\rho \cdot 3l}{\pi \cdot 3^2 r^2} = \frac{1}{3} \frac{\rho l}{\pi r^2}$$

13. Zwei parallel geschaltete Widerstände von 5 Ω und 20 Ω haben einen Gesamtwiderstand von:

- A, 100 Ω
 B, 25 Ω
 C, 15 Ω
 ✓ D, 4 Ω
 E, 0,25 Ω

$$\begin{aligned} \frac{1}{R_{\text{ges}}} &= \frac{1}{5 \Omega} + \frac{1}{20 \Omega} \\ &= \frac{4}{20 \Omega} + \frac{1}{20 \Omega} = \frac{5}{20 \Omega} \\ \Rightarrow R &= \frac{20 \Omega}{5} = 4 \Omega \end{aligned}$$

14. Nach welcher der folgenden Gleichungen (A-E) berechnet man den Ersatzkondensator für die Parallelschaltung zweier Kondensatoren C_1 und C_2 ?



☒ (A) $C = C_1 + C_2$

☐ (B) $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$

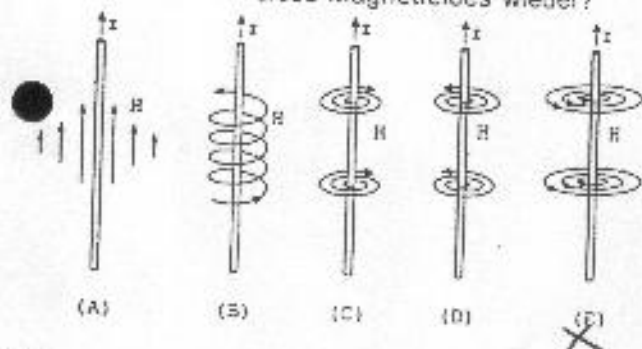
(C) $C = \frac{1}{2}(C_1 + C_2)$

(D) $\frac{1}{C} = \frac{C_1 + C_2}{C_1 \cdot C_2}$

(E) $C = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$

$$C = \frac{Q_1 + Q_2}{U} = \frac{Q_1}{U} + \frac{Q_2}{U} = C_1 + C_2$$

15. Durch einen geraden Draht fließt ein konstanter elektrischer Gleichstrom I . Der Draht ist daher von einem Magnetfeld H umgeben. Welche der folgenden Abbildungen (A-E) gibt die Feldlinien dieses Magnetfeldes wieder?



16. In einem Zimmer sind zwei Lampen à 75 W und ein Heizlüfter mit 1000 W in Betrieb. Betrachten sie alle Geräte als parallel geschaltete, rein ohmsche Widerstände. Wie groß ist die Gesamtstromstärke bei einer Netzspannung von 230 V?

- (A) 100 mA
☒ (B) 5 A
(C) 10 A
(D) 20 A
(E) 115 A

$$P = U \cdot I \quad R = \frac{U}{I}$$

$$I = \frac{P}{U} = \frac{75W + 75W + 1000W}{230V}$$

$$= \frac{1150W}{230V} = 5A$$

17. Welcher der folgenden Wellenlängenbereiche (A-E) entspricht sichtbarem Licht?

- (A) 100 - 400 nm
(B) 200 - 500 nm
(C) 300 - 600 nm
☒ (D) 400 - 700 nm
(E) 500 - 900 nm

18. Welche Brechkraft in Dioptrien hat eine Sammellinse mit einer Brennweite von 25 cm?

(A) 25 dp.

☒ (B) 4 dp.

(C) 2,5 dp.

(D) 0,25 dp.

(E) 0,04 dp.

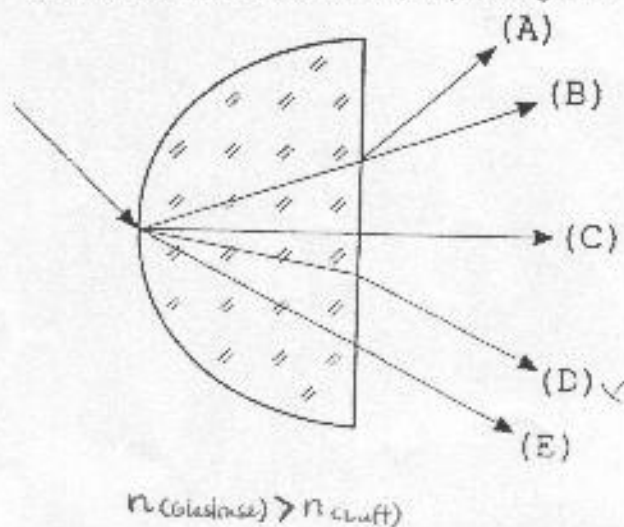
$$f = \frac{1}{D} \rightarrow D = \frac{1}{f} = \frac{1}{0,25m} = 4 \text{ dpf}$$

19. Ordnen sie die folgenden elektromagnetischen Wellen nach ihrer Wellenlänge!

- Röntgenstrahlung λ_1
- Mikrowellen λ_2
- Radiowellen λ_3
- sichtbares Licht λ_4

- (A) $\lambda_4 > \lambda_3 > \lambda_2 > \lambda_1$
☒ (B) $\lambda_3 > \lambda_2 > \lambda_4 > \lambda_1$
(C) $\lambda_2 > \lambda_3 > \lambda_4 > \lambda_1$
(D) $\lambda_1 > \lambda_3 > \lambda_2 > \lambda_4$
(E) $\lambda_1 > \lambda_2 > \lambda_3 > \lambda_4$

20. Ein Lichtstrahl fällt in Luft auf die gekrümmte Seite einer halbkugelförmigen Glaslinse (siehe Skizze). Welcher der Strahlenverläufe (A-E) ist möglich?



21. Ein Mikroskop hat eine Vergrößerung $v_1 = 200$. Welche Vergrößerung v_2 erhält man, wenn man sowohl Objektiv gegen eines mit doppelter Brennweite als auch Okular gegen eines mit doppelter Brennweite austauscht (optische Tubuslänge und deutliche Sehweite werden beibehalten)?

X (A) $v_2 = 50$
 (B) $v_2 = 100$
 (C) $v_2 = 150$
 (D) $v_2 = 300$
 (E) $v_2 = 400$

$$v_2 = \frac{\Delta}{2 \cdot f_{\text{obj}}} \cdot \frac{s_o}{2 \cdot f_{\text{ok}}} = \frac{1}{4} \left(\frac{\Delta}{f_{\text{obj}}} \cdot \frac{s_o}{f_{\text{ok}}} \right) = \frac{1}{4} \cdot 200 = \underline{\underline{50}}$$

22. Eine Farbstofflösung absorbiert 90% des auftretenden monochromatischen Lichtes. Die Extinktion $E = \lg(I_0/I)$ dieser Lösung beträgt:

(A) 0.1
 (B) 0.9
 X (C) 1
 (D) 1.1
 (E) 90

$$E = \lg \frac{I_0}{I} = \lg \frac{100}{10} = \lg 10 = 1$$

23. Medium I ist optisch dichter als Medium II, wenn

- (A) die Brechzahl von I kleiner ist als die von II.
 (B) die Wellenlänge in I größer ist als in II.
 (C) die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichts in I größer ist als in II.
 (D) das Licht beim Übergang von I nach II zum Einfallslot hin gebrochen wird.
 X (E) beim Übergang von I nach II nach Überschreiten eines Grenzwinkels Totalreflexion auftritt.

24. (Aussage A1)

Sphärische Sammellinsen zeigen den Abbildungsfehler der sphärischen Abberation, weil

(Aussage A2)

die Brechzahl des Linsenmaterials von der Wellenlänge des Lichts abhängt

- (A) A1 richtig, A2 richtig, Verknüpfung richtig
 X (B) A1 richtig, A2 richtig, Verknüpfung falsch
 (C) A1 richtig, A2 falsch
 (D) A1 falsch, A2 richtig
 (E) A1 falsch, A2 falsch

25. Eine dünne Zerstreuungslinse mit der Brennweite 10 cm bildet einen Gegenstand ab, der 16 cm von ihr entfernt ist. Das entstehende Bild

- (A) ist reell und vergrößert.
 (B) ist reell und verkleinert.
 (C) ist virtuell und vergrößert.
 X (D) ist virtuell und verkleinert.
 (E) im „Unendlichen“, also existiert nicht.

26. (Aussage A1)

Mit einem Polarisationsfilter kann bei Licht das elektrische Feld vom dazu senkrecht stehenden magnetischen Feld abgetrennt werden, weil

(Aussage A2)

Licht eine transversale Welle und damit polarisierbar ist.

- (A) A1 richtig, A2 richtig, Verknüpfung richtig
 (B) A1 richtig, A2 richtig, Verknüpfung falsch
 (C) A1 richtig, A2 falsch
 (D) A1 falsch, A2 richtig
 (E) A1 falsch, A2 falsch

27. Welcher Prozess kann nicht durch die Absorption der angegebenen elektromagnetischen Welle ausgelöst werden?

- (A) Molekülrotationen: Mikrowellen
 X (B) Comptoneffekt: Röntgenstrahlung
 (C) Bruch chemischer Bindungen: UV-Licht
 (D) Molekülschwingungen: Infrarotstrahlung
 (E) Photoeffekt: Radiowellen

28. Eine elektromagnetische Strahlung wird durch eine Scheibe der Dicke 10 cm zur Hälfte absorbiert, zur Hälfte durchgelassen. Wieviel lässt eine Scheibe von 30 cm noch durch?

- (A) 1/3
 X (B) 1/8
 (C) 1/10
 (D) 1/30
 (E) 1/1000

$$\begin{aligned} 10 \text{ cm} &\rightarrow \frac{1}{2} \\ 20 \text{ cm} &\rightarrow \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \\ 30 \text{ cm} &\rightarrow \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \underline{\underline{\frac{1}{8}}} \end{aligned}$$