Techn. Mechanik & Fahrzeugdynamik — TM II

Prof. Dr.-Ing. habil. Hon. Prof. (NUST) D. Bestle — 27. September 2018

Prüfungsklausur Technische Mechanik II

Familienname, Vorname	
Matrikel-Nummer	Fachrichtung

1. Die Prüfung umfasst 8 Aufgaben auf 6 Blättern.
2. Nur vorgelegte Fragen beantworten, keine Zwischenrechnungen eintragen.
3. Alle Ergebnisse sind grundsätzlich in den **gegebenen** Größen auszudrücken.
4. Die Blätter der Prüfung dürfen nicht getrennt werden.
5. Zugelassene Hilfsmittel: Fachliteratur, eigene Aufzeichnungen, Taschenrechner. Mobiltelefone müssen ausgeschaltet sein!
6. Bearbeitungszeit: 90 min
7. Unterschreiben Sie die Prüfung bitte **erst** beim Eintragen Ihres Namens in die Sitzliste.

....

(Unterschrift)

Gesamtpunktzahl: 72
zum Bestehen erforderlich: 36

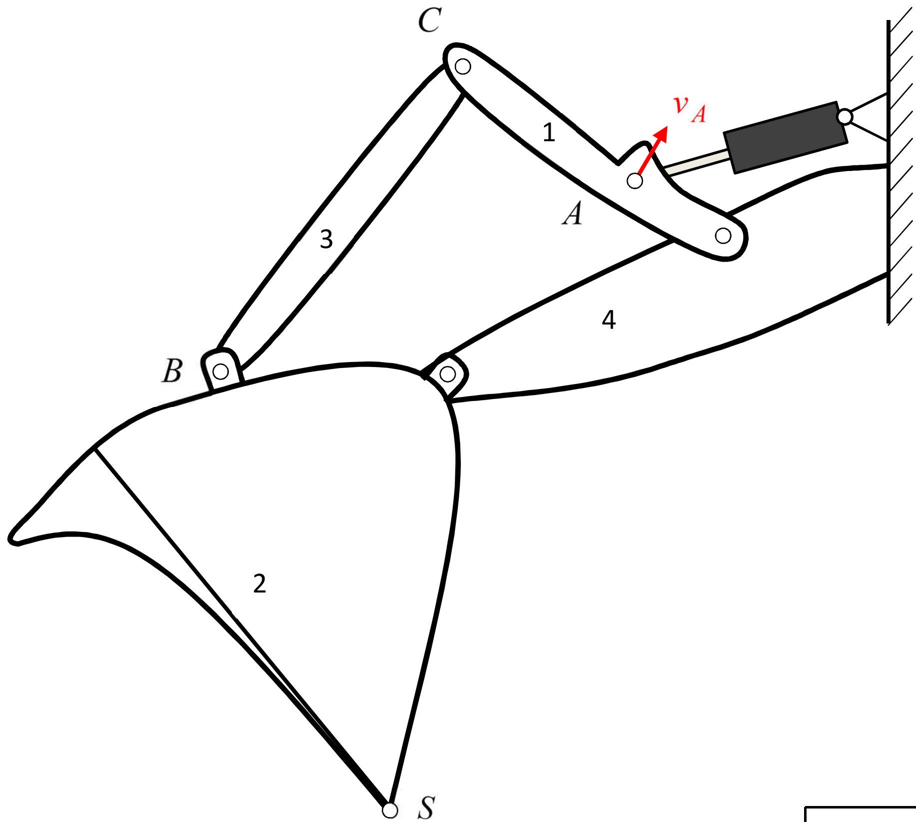
Punkte	Note	

Aufgabe 1 (9 Punkte)

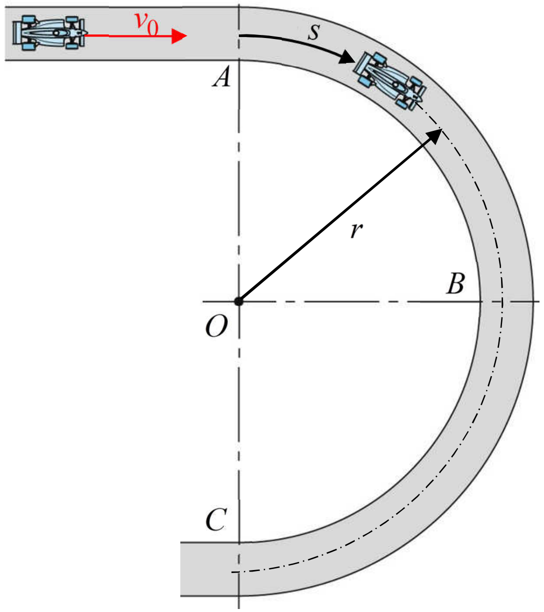
Die Bewegung der Schaufel 2 eines Baggers soll kinematisch untersucht werden. Diese wird durch den Hydraulikzylinder über den Mechanismus 1, 3 gegenüber dem Ausleger 4 bewegt, der festgehalten wird.

a) Geben Sie die Momentanpole P_1 bis P_3 der entsprechenden Teile an.

b) Der Anlenkpunkt A bewegt sich mit der Geschwindigkeit v_A wie eingezeichnet. Konstruieren Sie die Geschwindigkeiten der Schaufelschneide S und benötigter Hilfspunkte.



Aufgabe 2 (5 Punkte)



Ein Rennwagen fährt mit der Geschwindigkeit v_0 in den Halbkreis ABC (Radius r). Der Fahrer beschleunigt den Wagen in der Kurve mit konstanter Tangentialbeschleunigung a_0.

a) Wie groß ist die Geschwindigkeit des Wagens in Abhängigkeit vom Ort s gemessen ab Punkt A?

$v(s) =$ ___________________

b) Welchen Weg legt der Rennwagen von A nach C zurück und wie groß ist seine Geschwindigkeit an der Stelle C?

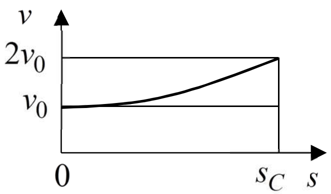
$s_C =$ ______ , $v_C =$ ________________

c) Wie groß muss die Beschleunigung a_0 sein, um am Ende C der Kurve die Geschwindigkeit $2v_0$ zu erreichen?

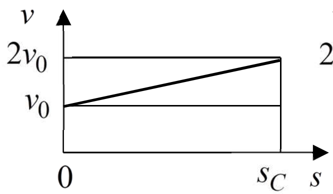
$a_0 =$ ___________________

d) Welchen qualitativen Verlauf hat das Weg-Geschwindigkeits-Diagramm?

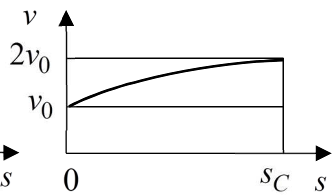
☐



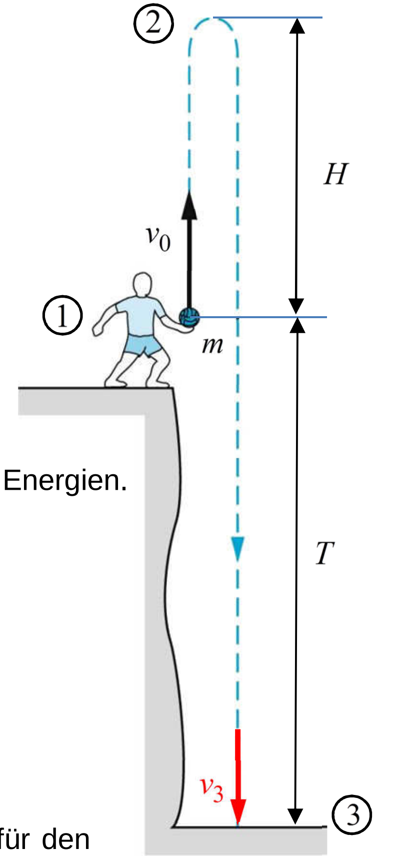
☐



☐



Aufgabe 3 (11 Punkte)



Ein Ball (Masse m) wird über einem Abgrund (Tiefe T) mit der Geschwindigkeit v_0 nach oben geworfen. Die Auftreffgeschwindigkeit des Balls auf dem Grund soll mittels Energieerhaltungssatz berechnet werden. Der Luftwiderstand des Balls wird vernachlässigt.

Es werden 3 Zustände betrachtet:

1 - Abwurf des Balls;
2 - höchster Punkt;
3 - Auftreffen auf dem Grund.

a) Bestimmen Sie die kinetischen und potentiellen Energien.

$U_1 =$ ______ , $T_1 =$ ______

$U_2 =$ ______ , $T_2 =$ ______

$U_3 =$ ______ , $T_3 =$ ______

b) Formulieren Sie eine geeignete Energiebilanz für den Zustand 2. Wie hoch fliegt der Ball?

_____________________ $\Rightarrow$ $H =$ _______

c) Wie lautet eine geeignete Enregiebilanz für den Zustand 3 und welche Auftreffgeschwindigkeit v_3 des Balls lässt sich daraus berechnen?

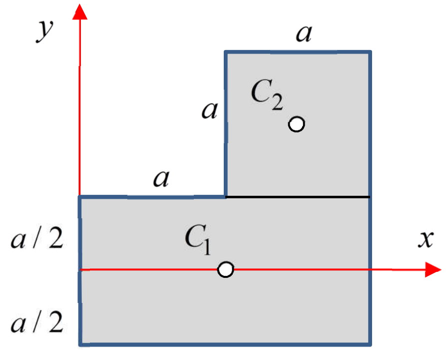
_____________________ $\Rightarrow$ $v_3 =$ _________

d) In welchem Verhältnis müssen Tiefe T und Wurfhöhe H stehen, um die Abwurfgeschwindigkeit beim Auftreffen zu verdoppeln?

☐ $T = H$ ☐ $T = 2H$ ☐ $T = 3H$ ☐ $T = 4H$

Aufgabe 4 (18 Punkte)

Für die abgebildete homogene Scheibe (Masse m) sollen verschiedene massengeometrische Kenngrößen bestimmt werden. Dazu wird die Scheibe in zwei Teile zerlegt.



a) Wo liegen die Schwerpunkte der beiden Scheibenteile und wie groß sind deren Massenanteile?

$x_{C_1} =$ ____ , $y_{C_1} =$ ____ , $\frac{m_1}{m} =$ ____

$x_{C_2} =$ ____ , $y_{C_2} =$ ____ , $\frac{m_2}{m} =$ ____

b) Wo liegt der Gesamtschwerpunkt der Scheibe? Geben Sie Zwischenschritte an.

Rechenschritte:

☐ $x_C = \frac{5}{6}a$ ☐ $x_C = \frac{7}{6}a$ ☐ $x_C = \frac{9}{6}a$

☐ $y_C = \frac{1}{3}a$ ☐ $y_C = \frac{2}{3}a$ ☐ $y_C = \frac{3}{3}a$

c) Bestimmen Sie die Massenträgheitsmomente der beiden Teile bezüglich ihrer Schwerpunkte C_1 bzw. C_2.

$I_{xx}^{C_1} =$ ____ , $I_{yy}^{C_1} =$ ____ , $I_{zz}^{C_1} =$ ____

$I_{xx}^{C_2} =$ ____ , $I_{yy}^{C_2} =$ ____ , $I_{zz}^{C_2} =$ ____

d) Wie bestimmt sich daraus z.B. das Massenträgeitsmoment I_{xx}^{C} bezüglich des Gesamtschwerpunkts C?

☐ $I_{xx}^{C} = \sum_{i=1,2}\left[I_{xx}^{C_i} + m_i\left(x_{C_i} - x_C\right)^2\right]$

☐ $I_{xx}^{C} = \sum_{i=1,2}\left[I_{xx}^{C_i} - m_i\left(x_{C_i} - x_C\right)^2\right]$

☐ $I_{xx}^{C} = \sum_{i=1,2}\left[I_{xx}^{C_i} + m_i\left(y_{C_i} - y_C\right)^2\right]$

☐ $I_{xx}^{C} = \sum_{i=1,2}\left[I_{xx}^{C_i} - m_i\left(y_{C_i} - y_C\right)^2\right]$

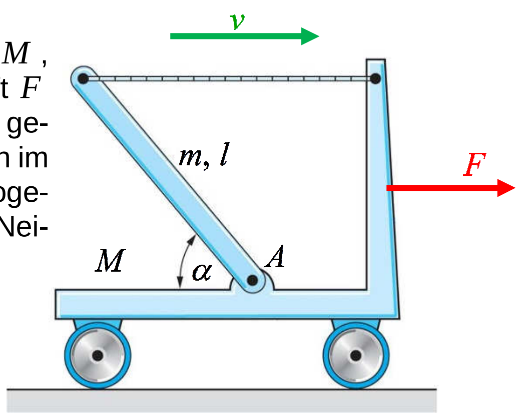
e) Welcher Trägheitstensor ergibt sich für die dünne Scheibe bezüglich ihres Gesamtschwerpunkts?

☐ $\boldsymbol{I}^C = \frac{ma^2}{36}\begin{bmatrix} 11 & 4 & 3 \\ -4 & 11 & 4 \\ -3 & -4 & 22 \end{bmatrix}$ ☐ $\boldsymbol{I}^C = \frac{ma^2}{36}\begin{bmatrix} 11 & -4 & 0 \\ -4 & 11 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$

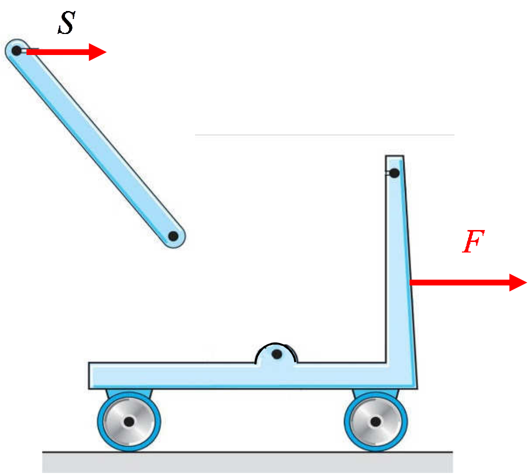
☐ $\boldsymbol{I}^C = \frac{ma^2}{36}\begin{bmatrix} 11 & -4 & 0 \\ -4 & 11 & 0 \\ 0 & 0 & 22 \end{bmatrix}$ ☐ $\boldsymbol{I}^C = \frac{ma^2}{36}\begin{bmatrix} 11 & -4 & 0 \\ 4 & 11 & 0 \\ 0 & 0 & 22 \end{bmatrix}$

Aufgabe 5 (10 Punkte)

Der Wagen ohne Balken (Masse M, Schwerpunkt A) wird durch die Kraft F nach rechts beschleunigt. Das gespannte Seil (Seilkraft S) nimmt den im Punkt A gelenkig gelagerten, homogenen Balken (Masse m, Länge l, Neigung α) mit.



a) Ergänzen Sie alle fehlenden Kräfte auf die freigeschnittenen Körper und benennen Sie diese.



b) Formulieren Sie für den Balken den Impulssatz in horizontaler und vertikaler Richtung, sowie den Drallsatz bezüglich seines Schwerpunkts.

____

____

____

c) Welcher Zusammenhang ergibt sich zwischen Beschleunigung $\dot{v}$ und Seilkraft S?

☐ $S = m\left(\dot{v} - \frac{g}{\tan\alpha}\right)$ ☐ $S = m\left(\dot{v} + \frac{g}{\tan\alpha}\right)$

☐ $S = \frac{m}{2}\left(\dot{v} - \frac{g}{\tan\alpha}\right)$ ☐ $S = \frac{m}{2}\left(\dot{v} + \frac{g}{\tan\alpha}\right)$

d) Wie lautet der Impulssatz für das Gesamtsystem in horizontaler Richtung?

____

e) Wie groß darf die Beschleunigung höchstens sein, damit die Seilkraft einen zulässigen Grenzwert S_0 nicht überschreitet?

$\dot{v} \leq$ ____________________

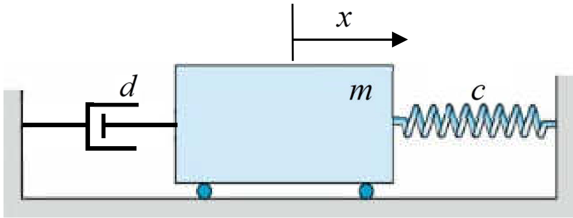
f) Wie groß darf dann die beschleunigende Kraft höchstens sein?

☐ $F \leq \left(1+\frac{M}{m}\right)\left(2S_0 - \frac{mg}{\tan\alpha}\right)$ ☐ $F \leq \left(1+\frac{M}{m}\right)\left(2S_0 + \frac{mg}{\tan\alpha}\right)$

☐ $F \leq \left(1+\frac{M}{m}\right)\left(\frac{2S_0}{m} - \frac{g}{\tan\alpha}\right)$ ☐ $F \leq \left(1+\frac{M}{m}\right)\left(\frac{2S_0}{m} + \frac{g}{\tan\alpha}\right)$

Aufgabe 6 (6 Punkte)

Die Schwingungen des Masse-Feder-Dämpfer-Systems sollen untersucht werden. Das System ist schwach gedämpft und besitzt die Schwingungsperiode T.



a) Wie groß ist die Kreisfrequenz ω des Systems?

$\omega =$ ____

b) Nach Entfernung des Dämpfers ändert sich die Periode auf $T_0 = T/2$. Wie groß ist damit die Kreisfrequenz ω_0 des ungedämpften Systems?

☐ $\omega_0 = \frac{1}{4}\omega$ ☐ $\omega_0 = \frac{1}{2}\omega$ ☐ $\omega_0 = \omega$ ☐ $\omega_0 = 2\omega$

c) Das Verhalten des Systems wird durch die Differentialgleichung

$$m\ddot{x} + d\dot{x} + cx = 0$$

beschrieben. Wie groß ist im vorliegenden Fall die Dämpfung d des Systems? Geben Sie Zwischenschritte Ihrer Überlegungen an.

Zwischenschritte:

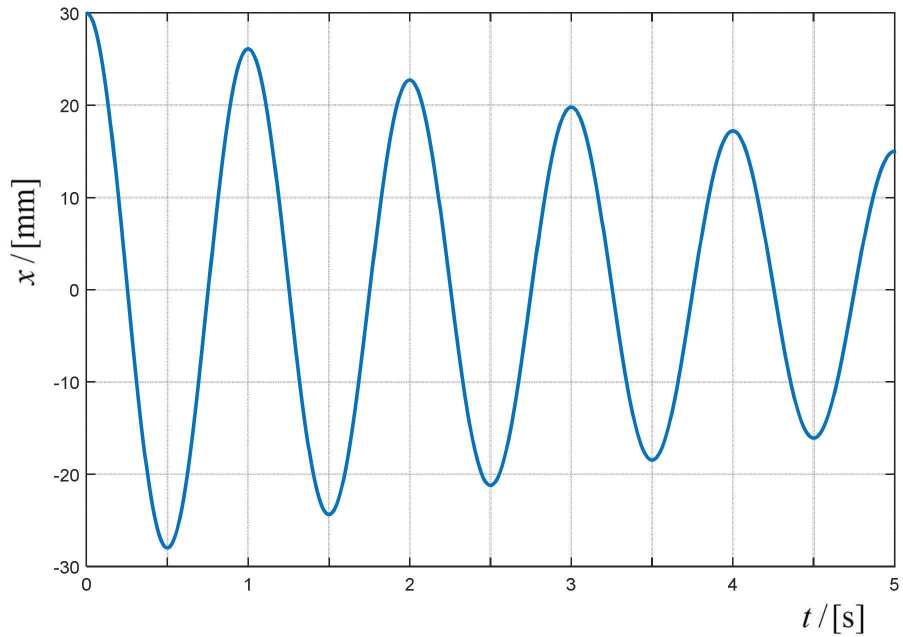
☐ $d = \sqrt{cm}$ ☐ $d = \sqrt{2cm}$ ☐ $d = \sqrt{3cm}$ ☐ $d = \sqrt{4cm}$

d) Wie groß ist in diesem Fall das Lehr'sche Dämpfungsmaß?

$D =$ _______

Aufgabe 7 (6 Punkte)

Für gewisse Systemparameter wurde die Schwingungsauslenkung x über der Zeit t dargestellt.



a) Wie groß sind in diesem Fall Periodendauer T, die Frequenz f, und die Kreisfrequenz ω der Schwingung?

$T =$ _____ , $f =$ _____ , $\omega =$ _____

b) Ermitteln Sie das logarithmische Dekrement der Schwingung.

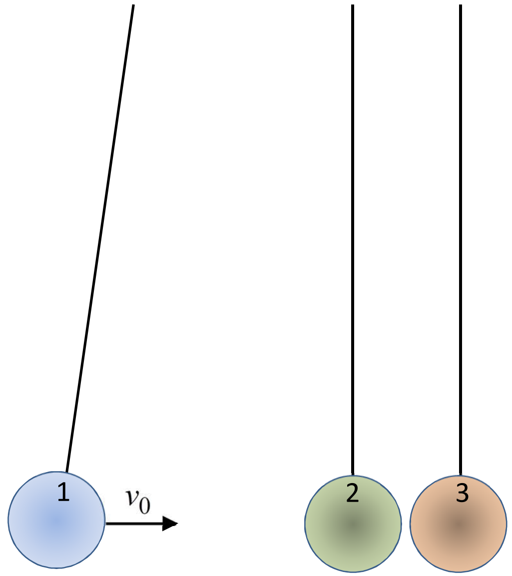
$\vartheta =$ _____

c) Wie lauten die Anfangsbedingung für die Schwingung?

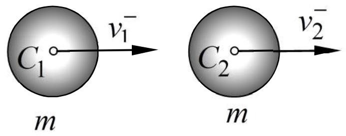
$x(0) =$ _____ , $\dot{x}(0) =$ _____

Aufgabe 8 (7 Punkte)

Ein Kugelpendel besteht aus drei gleichen Kugeln (jeweils Masse m). Die erste Kugel wird ausgelenkt und trifft mit der Geschwindigkeit v_0 auf die ruhende Kugel 2, welche die durch einen kleinen Spalt von ihr getrennte Kugel 3 anstößt. Die Stoßzahl für alle Stöße ist ε, die Bewegung der Kugeln wird durch eine geradlinige Bewegung in horizontaler Richtung angenähert.



a) Welche allgemeinen Beziehungen gelten für die Geschwindigkeiten zweier gleicher Kugeln nach einem Stoß bei gegebener Stoßzahl ε und Anfangsgeschwindigkeiten $v_1^- > v_2^-$?



☐ $v_1^+ = \frac{1}{2}\left[v_1^-(1-\varepsilon)+v_2^-(1-\varepsilon)\right]$ ☐ $v_2^+ = \frac{1}{2}\left[v_1^-(1-\varepsilon)+v_2^-(1-\varepsilon)\right]$

☐ $v_1^+ = \frac{1}{2}\left[v_1^-(1-\varepsilon)+v_2^-(1+\varepsilon)\right]$ ☐ $v_2^+ = \frac{1}{2}\left[v_1^-(1-\varepsilon)+v_2^-(1+\varepsilon)\right]$

☐ $v_1^+ = \frac{1}{2}\left[v_1^-(1+\varepsilon)+v_2^-(1-\varepsilon)\right]$ ☐ $v_2^+ = \frac{1}{2}\left[v_1^-(1+\varepsilon)+v_2^-(1-\varepsilon)\right]$

☐ $v_1^+ = \frac{1}{2}\left[v_1^-(1+\varepsilon)+v_2^-(1+\varepsilon)\right]$ ☐ $v_2^+ = \frac{1}{2}\left[v_1^-(1+\varepsilon)+v_2^-(1+\varepsilon)\right]$

b) Wie groß sind die Geschwindigkeiten der Kugeln 1 und 2 in unserem Fall nach dem ersten Stoß?

$v_1^+ =$ __________ , $v_2^+ =$ __________

c) Mit diesen Geschwindigkeiten als Anfangsgeschwindigkeit findet der zweite Stoß zwischen Kugel 2 und 3 statt. Wie groß ist die Geschwindigkeit der beiden Kugeln danach?

$v_2^{++} =$ ____________ , $v_3^+ =$ ____________

d) Verallgemeinern Sie das Ergebnis auf $(n-1)$ Stöße zwischen n Kugeln für die Geschwindigkeit der letzten angestoßenen Kugel.

☐ $v_n^+ = v_0(1-\varepsilon)^{n-1}$ ☐ $v_n^+ = v_0\left(\frac{1-\varepsilon}{2}\right)^{n-1}$ ☐ $v_n^+ = v_0\left(\frac{1-\varepsilon}{4}\right)^{n-1}$

☐ $v_n^+ = v_0(1+\varepsilon)^{n-1}$ ☐ $v_n^+ = v_0\left(\frac{1+\varepsilon}{2}\right)^{n-1}$ ☐ $v_n^+ = v_0\left(\frac{1+\varepsilon}{4}\right)^{n-1}$

ENDE