

4.10.2019	186.822 VU Einführung in Visual Computing	3. Test	Gruppe A
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> Matrikelnummer: <input type="text"/> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> Vorname: <input type="text"/> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> Nachname: <input type="text"/> </div>	Punkte:	

Tragen Sie bitte Ihre **achtstellige** Matrikelnummer sowie Vor- und Nachnamen gut lesbar in die dafür vorgesehenen Felder ein! Schreiben Sie dabei **jede Ziffer Ihrer Matrikelnummer in exakt eines der acht vorgegebenen Kästchen!** **Zusätzlich muss auf allen Testblättern die Matrikelnummer ebenfalls eingetragen werden.**

Sie können bei diesem Test 120 Punkte erreichen. Unterlagen und elektronische Hilfsmittel (außer einfache Taschenrechner und Formelsammlungen) sind nicht erlaubt!

Die folgenden Fragen beinhalten Wahr-Falsch-Aussagen, Single-Choice-Fragen, Lückentexte und Rechenaufgaben. Für wahre Wahr-Falsch-Aussagen ist das Kästchen neben dem Wort „wahr“ anzukreuzen. Bei falschen Aussagen das Kästchen neben dem Wort „falsch“. Bei Single-Choice-Fragen muss die eine wahre Aussage angekreuzt werden. **Für Wahr-Falsch-Aussagen und Single-Choice-Fragen gilt: Richtig angekreuzte Antworten ergeben Pluspunkte, falsch angekreuzte Antworten ergeben dieselbe Anzahl an Minuspunkten** (eine negative Anzahl an Punkten für einen Fragenblock ist aber nicht möglich). Für eine Frage, bei der keine Antwortmöglichkeit angekreuzt oder keine Antwort eingetragen wurde, bekommt man 0 Punkte. Bei den Rechenaufgaben müssen auch jeweils die Rechengänge angegeben werden. Sie können dafür die Rückseite der Angabe verwenden.

Geometrische Grundlagen (10 Punkte)

Gegeben ist ein Dreieck im dreidimensionalen Raum mit den Eckpunkten

$$A = \begin{bmatrix} 1 \\ -2 \\ 3 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 2 \\ 3 \\ -1 \end{bmatrix}, \quad C = \begin{bmatrix} -3 \\ 1 \\ 2 \end{bmatrix}$$

Im Folgenden sind mehrere Rechenaufgaben zu lösen. Um "Rechenfehler" und etwaige Folgefehler zu vermeiden, sind pro Rechenaufgabe bereits mehrere Antwortmöglichkeiten gegeben, wovon eine immer korrekt ist. Trotz dieser Hilfestellung muss für jede Rechenaufgabe der korrekte Rechenweg verständlich und nachvollziehbar aufgezeigt werden, zusätzlich muss die richtige Antwortmöglichkeit in das Antwortfeld eingetragen werden. Fehlen der Rechengang oder die korrekte Antwort werden KEINE PUNKTE VERGEBEN!

1. Berechnen Sie die normalisierte Oberflächennormale zu dem oben gegebenen Dreieck:

a) $\begin{bmatrix} 0.7811 \\ 0.2377 \\ 0.5774 \end{bmatrix}$

b) $\begin{bmatrix} 0.9305 \\ 0.0405 \\ 0.3641 \end{bmatrix}$

c) $\begin{bmatrix} -0.3293 \\ 0.7683 \\ 0.5488 \end{bmatrix}$

d) $\begin{bmatrix} 0.2377 \\ 0.5774 \\ 0.7811 \end{bmatrix}$

e) $\begin{bmatrix} -0.3038 \\ 0.4774 \\ -0.8245 \end{bmatrix}$

ANTWORT: _____

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

2. Berechnen Sie den Sinuswert des Dreieckswinkels α welcher am Eckpunkt A anliegt:

- a) 0.133
- b) 0.324
- c) 0.485
- d) 0.679
- e) 0.737
- f) 0.891

ANTWORT: _____

3. Bestimmen Sie anhand der Oberflächennormale und eines der gegebenen Vertices den Wert D für die (implizite) Ebenengleichung:

- a) -2.387
- b) 1.426
- c) 0.331
- d) 1.967
- e) 3.744
- f) 5.205

ANTWORT: _____

4. Angenommen, bei den angegebenen Werten handelt es sich um Zentimeter (cm), geben Sie die Fläche an, die von dem Dreieck ABC aufgespannt wird:

- a) 2.65 cm
- b) 10.23 cm
- c) 14.72 cm
- d) 19.57 cm
- e) 23.36 cm
- f) 37.83 cm

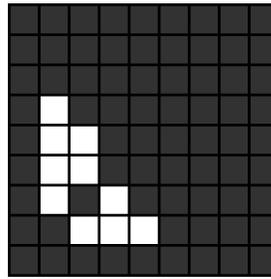
ANTWORT: _____



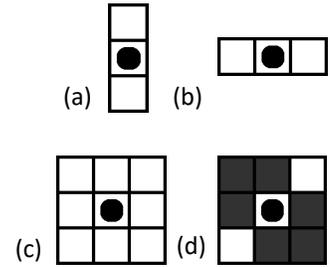
Morphologische Operationen (12 Punkte)

Gegeben ist folgendes binäre Eingabebild, wobei die dunklen Pixel den Wert 0 und die hellen Pixel den Wert 1 repräsentieren. Des Weiteren sind 4 Strukturelemente gegeben, wobei die Kreismarkierung das "anchor pixel" bezeichnet. Auf das Bild werden die morphologischen Operationen Erosion, Dilation, Opening und Closing angewendet. Geben Sie für jedes Ausgabebild an, welches Strukturelement verwendet wurde. Ein Strukturelement kann auch mehr als einmal verwendet worden sein (kein Punkteabzug bei falscher Zuordnung).

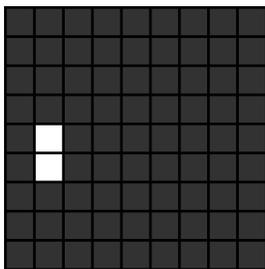
Eingabebild:



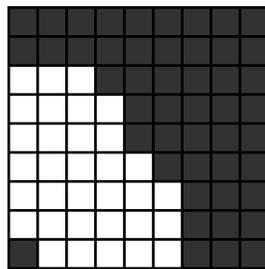
Strukturelemente:



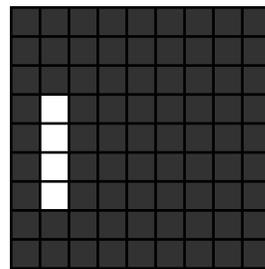
Erosion mit Strukturelement ___ ergibt:



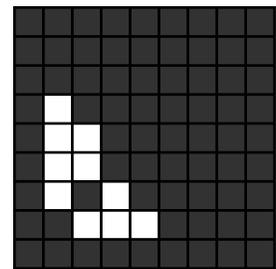
Dilation mit Strukturelement ___ ergibt:



Opening mit Strukturelement ___ ergibt:

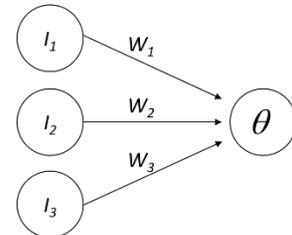


Closing mit Strukturelement ___ ergibt:



Machine Learning (10 Punkte)

Gegeben ist das rechtsstehende Modell eines Perceptrons mit drei Eingangssignalen I_1, I_2 und I_3 , Gewichten w_1, w_2 und w_3 und dem Schwellwert (Bias) θ . Was ist der Ausgabewert des Perceptrons für $I_1=3, I_2=0, I_3=5, w_1=-2, w_2=2, w_3=0, \theta=3$? _____



- Das oben angegebene Neuron/Perceptron feuert für diese Eingabewerte wahr falsch
- Der bias-variance tradeoff bezeichnet das Problem, dass neuronale Netze nie komplex genug sein können wahr falsch
- Überwachtes Lernen (Supervised Learning) bedeutet, dass für die Eingabewerte die gewünschten Ausgabewerte bekannt sind wahr falsch
- Backpropagation ist ein Verfahren zum Trainieren von neuronalen Netzen wahr falsch
- Overfitting (Überanpassung) bedeutet, dass die Generalisierungsfähigkeit des neuronalen Netzes schlecht ist wahr falsch
- Bei Deep Learning Verfahren zur Bildklassifikation wird die Merkmalsextraktion aus den Bildern von einem neuronalen Netz gelernt wahr falsch
- Machine Learning ist ein Untergebiet der Künstlichen Intelligenz wahr falsch

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Bildoperationen (16 Punkte)

--

Gegeben ist das rechte 5x5 8-Bit-Grauwertbild:

Berechnen Sie für das fett markierte Pixel mit dem Wert 60 in der Mitte des Bildes das Ergebnis folgender Bildoperationen in Fließkommazahlen:

10	15	5	5	0
20	50	50	70	10
100	0	60	40	50
0	0	80	60	60
5	5	20	30	50

Invertierung: : _____

3x3 Median-Filter: _____

3x3 Mittelwertfilter:

Faltung mit Sobel-Filter S:

$$S = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Stereo, Bildaufnahme und Bildmerkmale (14 Punkte)

--

SIFT verwendet ein Histogramm von _____ zur Merkmalsbeschreibung.

Welche drei Größen sind Bestandteil der Linsengleichung (Thin Lens Equation)?

_____ und _____ und _____

Welche zwei grundlegenden Arten von Pixelsensoren gibt es?

_____ und _____

- | | | |
|---|-------------------------------|---------------------------------|
| Bei Stereo Vision geht es darum, Punkte mit maximaler Disparität zu finden | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |
| Bei Stereo Vision geht es darum, Punkte mit minimaler Disparität zu finden | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |
| Sowohl bei verlustfreien als verlustbehafteten Kompressionsmethoden ist der Kompressionsgrad vom Bildinhalt abhängig | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |
| Bei JPEG wird der Grünkanal weniger stark komprimiert als der Rot- und Blaukanal | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |
| Bundle Adjustment kommt bei Structure-from Motion zur Fehlerminimierung zum Einsatz | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |
| Bei Stereo muss für jeden Bildpunkt in der einen Kamera in der anderen Kamera eine Epipolarlinie existieren, auf der der Korrespondenzpunkt liegt | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |
| Ein Interest Point Detector sollte skalierungsinvariant sein, damit die selben Punkte bei unterschiedlich großen Objekten detektiert werden | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |

--

Matrikelnummer:

--	--	--	--	--	--	--	--

Histogramme (8 Punkte)

Weisen Sie die folgenden Histogramme A bis D den Bildern I_1 bis I_4 der Größe 128x128 zu (kein Punkteabzug bei falscher Zuordnung).

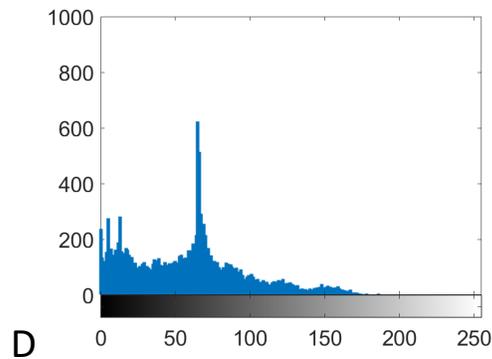
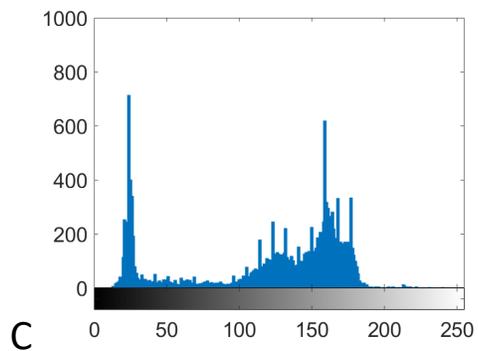
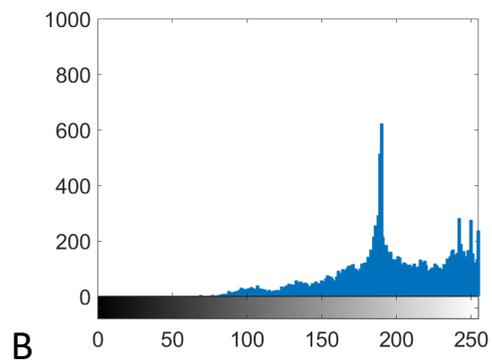
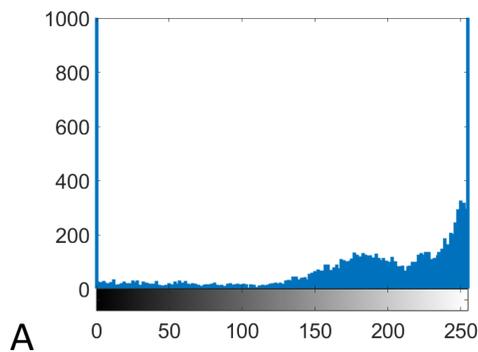


I_1 : ____

I_2 : ____

I_3 : ____

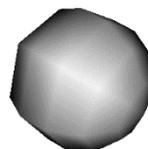
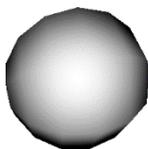
I_4 : ____



Bilder zuordnen (4 Punkte)

Ordnen Sie die folgenden vier Begriffe dem richtigen Bild zu:

(a) Gouraud Shading, (b) Flat Shading, (c) Phong Shading und (d) Ambiente Beleuchtung.

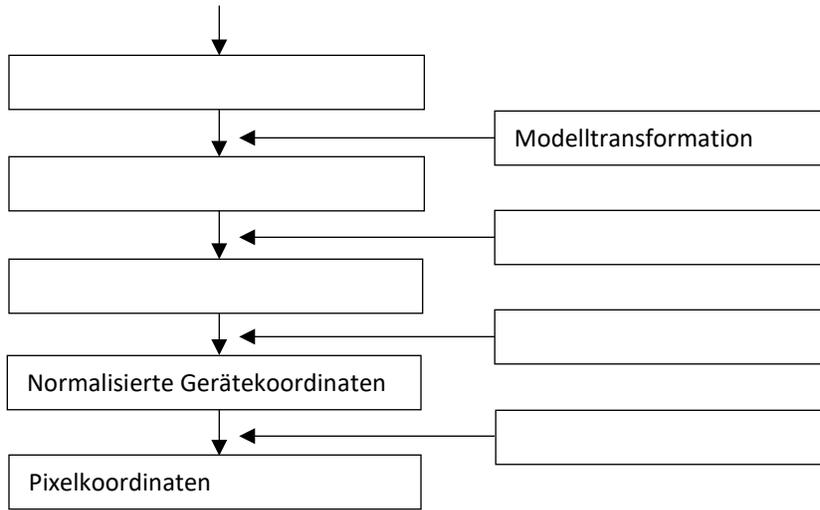


--	--	--	--

Viewing-Pipeline (6 Punkte)

Vervollständigen Sie die nachfolgende Skizze der Viewing-Pipeline bzw. Transformation-Pipeline. Als Hilfe ist eine Liste von Begriffen gegeben, von welchen aber nicht alle Teil der Viewing-Pipeline sind.

- 1) Weltkoordinaten
- 2) View-Transformation
- 3) 3D-Modellierung
- 4) Objekterschaffung
- 5) Projektion + Homogenisierung
- 6) Ray-Tracing
- 7) RGB-Farbraum
- 8) Viewport-Transformation
- 9) Kamerakoordinaten
- 10) Schattierung
- 11) Spielkoordinaten
- 12) Octree-Berechnung
- 13) Objektkoordinaten
- 14) Rasterisierung
- 15) Clipping



Blinn-Phong-Beleuchtungsmodell: Halfway-Vector (8 Punkte)

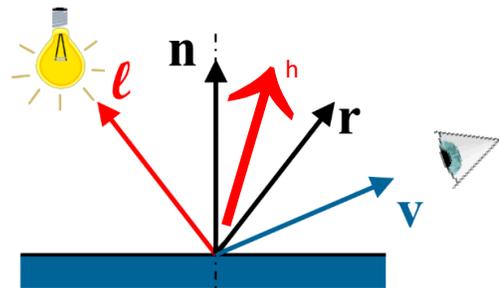
Die Berechnung der Glanzpunkte erfolgt nach dem Phong-Beleuchtungsmodell über die Formel $L_{spec} = k_s \cdot I \cdot (\mathbf{v} \cdot \mathbf{r})^p$, wobei L_{spec} den spiegelnden Anteil der Pixelfarbe, p den Exponenten, k_s den spiegelnden Reflexionskoeffizienten, I die Intensität der Lichtquelle, \mathbf{v} die Richtung zum Auge, und \mathbf{r} den Reflexionsstrahl darstellen. Des Weiteren steht \mathbf{l} für die Richtung zur Lichtquelle, \mathbf{n} für den Normalvektor und \mathbf{h} für die Winkelhalbierende (bzw. "Halfway Vector").

Das Blinn-Phong-Beleuchtungsmodell berechnet L_{spec} anders. Vervollständigen Sie die Formel zur Berechnung der Glanzpunkte über das Blinn-Phong (bzw. "Simplified Phong") Beleuchtungsmodell:

$$L_{spec} = k_s \cdot I \cdot (\quad)^p$$

Wie berechnet sich \mathbf{h} nach dem Blinn-Phong Beleuchtungsmodell?

$$\mathbf{h} = \underline{\hspace{2cm}}$$



Zeichnen Sie in nebenstehender Skizze \mathbf{h} ein und beschriften Sie den Vektor deutlich!

Baryzentrische Koordinaten (4 Punkte)

- Baryzentrische Koordinaten können nur im dreidimensionalen Raum verwendet werden. wahr falsch
- Baryzentrische Koordinaten können beim Füllen von Dreiecken verwendet werden. wahr falsch
- Für die baryzentrischen Koordinaten α, β, γ gilt stets: $\alpha + \beta + \gamma = 180$ wahr falsch
- Ein Punkt befindet sich nur dann innerhalb des Dreieckes, wenn mindestens eine, aber nicht zwingend alle, baryzentrischen Koordinaten einen Wert zwischen 0 und 1 annimmt. wahr falsch

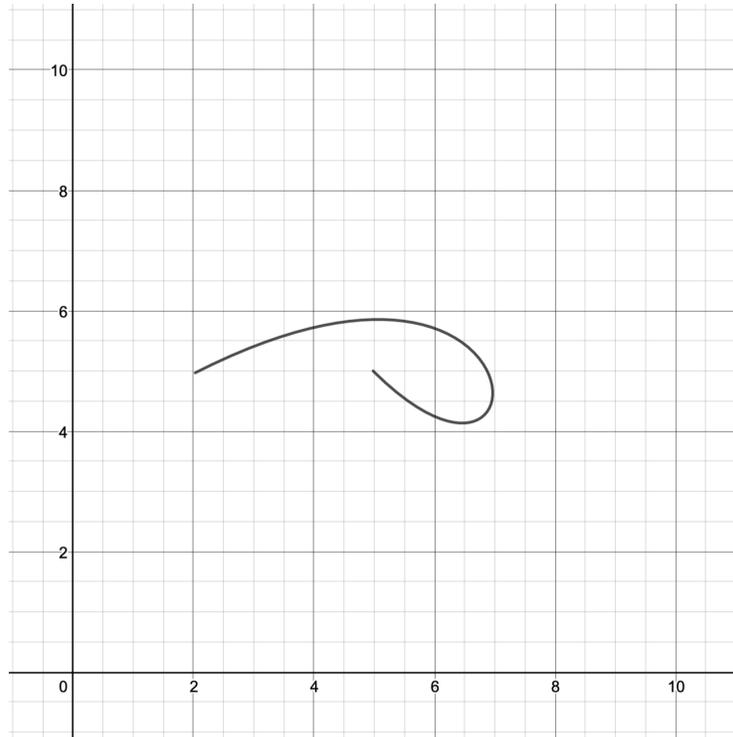
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Kurven (8 Punkte)

--

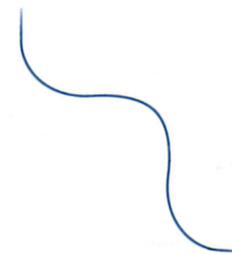
Zeichnen Sie die vier Kontrollpunkte der dargestellten Bézierkurve ein und beschriften Sie diese entsprechend mit p_0 , p_1 , p_2 und p_3 .

HINWEIS: die Punkte liegen im dargestellten Fall ausschließlich auf ganzzahligen Werten!



Wie viele Kontrollpunkte werden mindestens benötigt, um die nebenan dargestellte Bézierkurve zu generieren?

ANTWORT: _____



Die Stützpunkte einer Bézierkurve umschließen die generierte Linie vollständig. Wie nennt man diese geometrische Eigenschaft?

Antwort: Sie bilden eine _____

Farbe (4 Punkte)

--

Das CMY-Farbmodell bei Druckern basiert auf dem Prinzip der *subtraktiven Farbmischung* der Grundfarben Cyan, Magenta, und Gelb. wahr falsch

Der Raum der darstellbaren Farben eines Gerätes wird auch *Spectrum* genannt. wahr falsch

Das HLS Farbmodell beschreibt Farben mit den Werten Helligkeit, Lichtstärke und Sättigung. wahr falsch

Die Frequenz von Rot ist geringer als jene von Blau. wahr falsch

--

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Aliasing (4 Punkte)

--

Aliasing-Effekte sind Fehler, die bei der Umwandlung (Diskretisierung) von analogen in digitale Informationen auftreten. wahr falsch

Zu wenige Bilder pro Sekunde können bei Animationen keinesfalls zu Aliasing Effekten führen. wahr falsch

Das Nyquist-Limit besagt, dass die Abtastfrequenz (sampling rate) mindestens vierfach so hoch sein muss wie die höchste zu übertragende Informationsfrequenz. wahr falsch

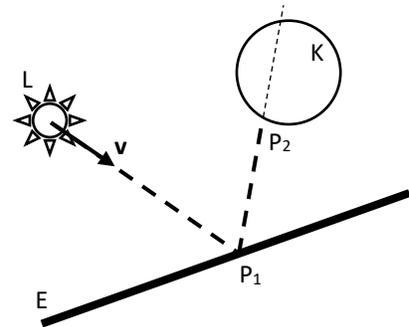
Supersampling/Oversampling ist eine zentrale Strategie beim Vorfiltern. wahr falsch

Ray-Tracing (12 Punkte)

--

Ein Lichtstrahl wird von einer Lichtquelle in eine 2D Szene geschossen und von einer perfekt spiegelnden Ebene E am Punkt P_1 reflektiert bevor er bei einem Kreis K auf den Punkt P_2 trifft. Der Lichtstrahl ist gegeben durch die Gleichung $g_1(t_1) = L + t_1 \cdot \mathbf{v} = (10; 3) + t_1 \cdot (-1; -1)$. Die Ebene E ist gegeben durch $y=0$. Der Kreis K ist gegeben durch $K: (x-1)^2 + (y-6)^2 = (\sqrt{2})^2$. Die Gleichung für den an Ebene E reflektierten Lichtstrahl ist gegeben durch $g_2(t_2) = P_1 + t_2 \cdot \mathbf{r}$. Berechnen Sie P_1 und P_2 ! Berechnen Sie t_1 und t_2 der Geradengleichungen, also auch den Normalvektor \mathbf{n} der Ebene E und \mathbf{r} des reflektierten Lichtstrahls. Achtung: Beim Schnitt zwischen Gerade g_2 und Kreis K ist der erste Schnittpunkt P_2 gesucht (siehe Skizze)! Führen Sie alle Rechenschritte an und rechnen Sie auf zwei Kommastellen genau! Sie können auch die leeren Rückseiten der Testblätter dafür verwenden.

(Hinweis: Die Reflexionsrichtung \mathbf{r} eines Lichtstrahls, welcher in Richtung \mathbf{v} zeigt und an einer Ebene mit Normalvektor \mathbf{n} reflektiert wird, lässt sich, in diesem Fall, über die Formel $\mathbf{r} = \mathbf{v} - (2\mathbf{n}\mathbf{v})\mathbf{n}$ berechnen.)



$\mathbf{n} =$ _____

$t_1 =$ _____

$t_2 =$ _____

$\mathbf{r} =$ _____

$P_1 =$ _____

$P_2 =$ _____

--