

IN2905-A; IN3300TU-A Computer Graphics

20 juni 2011, 14.00 - 17.00 uur.

Dit is een tentamen met 30 meerkeuzevragen
Het aantal juiste antwoorden per vraag is: 1
Totaal aantal pagina's: 12

Aantal juiste antwoorden voor een voldoende: 19

Het gebruik van informatiebronnen is niet toegestaan
Het gebruik van een rekenmachine is toegestaan

Aanwijzingen bij het invullen van de antwoordformulieren:

- Vul het antwoordformulier bij voorkeur in met **pen** (beslist **geen rode pen** gebruiken en **geen doorhalingen**). Met **potlood** invullen mag ook, maar niet te licht (gummen mag).
 - Vergeet niet je **naam** en **studienummer** in te vullen.
 - Vul je **studienummer** zowel in cijfers als ook met streepjes in (controleer goed).
-

Opgave 1

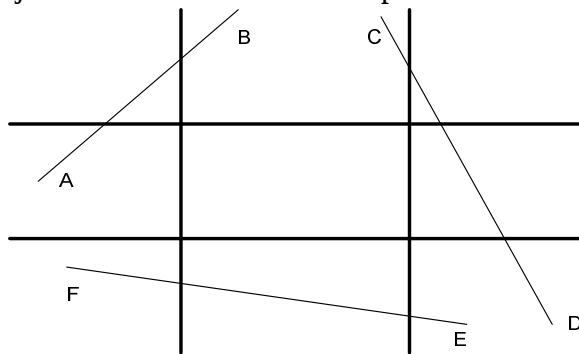
Het 2D Cohen en Sutherland lijn clipping algoritme maakt gebruik van de codering van de eindpunten van een te clippen lijnstuk door middel van een 4 bits code. Het algoritme kan eenvoudig worden uitgebreid naar 3D, waarbij een lijnstuk wordt geclipd tegen een rechthoekig blok.

Hoeveel bits met waarde 1 kunnen er maximaal voorkomen in de code van een 3D punt?

- a. 2
- b. 3
- c. 4
- d. 6

Opgave 2

In het Cohen en Sutherland lijn clipping algoritme worden eindpunten van lijnstukken voorzien van een code die de ligging aangeeft ten opzichte van het window. Op grond van de codes van de eindpunten van een lijnstuk wordt beslist of het lijnstuk geaccepteerd (afgebeeld) of verworpen (niet afgebeeld) moet worden, of dat een deel van het lijnstuk verwijderd moet worden waarna opnieuw een beslissing moet worden genomen.



Hoeveel van de lijnstukken AB, CD en EF in bovenstaande figuur worden, zonder eerst delen te verwijderen, op grond van de codes van de eindpunten verworpen?

- a. 0
- b. 1
- c. 2
- d. 3

Opgave 3

Met de rubberband techniek

- a. kan een lijn aan een willekeurig punt op een andere lijn bevestigd worden, doordat de startpositie als het ware naar deze lijn wordt toegetrokken.
- b. kan een reeds ingevoerde lijn naar een andere positie gesleept worden, doordat de cursor als het ware aan de lijn wordt vastgemaakt.
- c. kan een lijn ingevoerd worden, doordat steeds de lijn wordt afgebeeld van de startpositie naar de huidige cursorpositie.
- d. kan een horizontale of verticale lijn worden ingevoerd, doordat afhankelijk van de huidige cursorpositie de lijn altijd vanaf de startpositie horizontaal of vertikaal wordt getekend.

Opgave 4

Bij de window to viewport transformatie

- a. heeft ieder lijnstuk dezelfde richtingscoëfficiënt als het beeld hiervan.
- b. heeft ieder lijnstuk dezelfde lengte als het beeld hiervan.
- c. is de verhouding tussen de lengte van een lijnstuk en de lengte van het beeld hiervan voor alle lijnstukken hetzelfde.
- d. geldt geen van de drie bovenstaande uitspraken.

Opgave 5

Voor welke transformaties M_1 en M_2 geldt niet dat

$$M_1 \cdot M_2 = M_2 \cdot M_1$$

- a. voor M_1 een translatie over de vector $(0, t_y)$ en M_2 een schaling t.o.v. O met factoren s_x en 1
- b. voor M_1 een rotatie om O over θ° en M_2 een schaling t.o.v. O met gelijke x-richting en y-richting schalingsfactoren s en s
- c. voor M_1 een translatie over de vector (t_x, t_y) en M_2 een rotatie om O over 180°
- d. voor M_1 een schaling t.o.v. O met gelijke x-richting en y-richting schalingsfactoren s en s en M_2 een x-shearing met shear factor sh_x

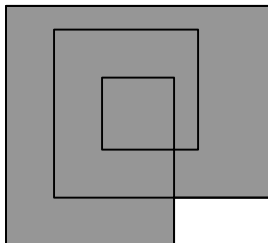
Opgave 6

Met een aanroep van welke OpenGL functie wordt het viewing coördinatenstelsel gedefinieerd?

- a. `glOrtho`
- b. `glFrustum`
- c. `gluPerspective`
- d. `gluLookAt`

Opgave 7

Beschouw de onderstaande afbeelding van een polygon met elkaar snijdende zijden



Volgens welke regel(s) wordt het polygon ingekleurd zoals in de afbeelding?

- a. volgens de 'odd even' regel en volgens de 'nonzero winding number' regel
- b. alleen volgens de 'odd even' regel
- c. alleen volgens de 'nonzero winding number' regel
- d. niet volgens de 'odd even' regel en ook niet volgens de 'non zero winding number' regel

Opgave 8

Het depth sorting algoritme voor hidden surface removal sorteert een polygonlijst door herhaaldelijk voor paren van polygons te bepalen of deze in de polygonlijst in de juiste volgorde staan en deze zo nodig om te wisselen (zoals een "normaal" sorteeralgoritme). De situatie kan zich hierbij voordoen dat twee polygons die reeds zijn verwisseld later nogmaals verwisseld moeten worden (doordat er sprake is van cyclische overlap van twee of meer polygons). Hoe wordt dit probleem opgelost?

- Er wordt bijgehouden of de polygons al verwisseld zijn en als dit zo is dan worden ze een volgende keer niet verwisseld.
- Er wordt bijgehouden of de polygons al verwisseld zijn en als dit zo is dan wordt een volgende keer een van de twee polygons op de snijlijn met het vlak van het andere polygon gesplitst in twee nieuwe polygons.
- Een tweetal polygons kan meer dan een keer verwisseld worden, maar na verloop van tijd zal dit tweetal polygons niet meer getest worden en houdt het verwisselen op.
- De polygons worden (tijdelijk) uit de polygonlijst verwijderd en nadat het sorteerproces beëindigd is met een extra sorteerstap een voor een op de juiste plaats aan de lijst toegevoegd.

Opgave 9

Gegeven zijn de functies:

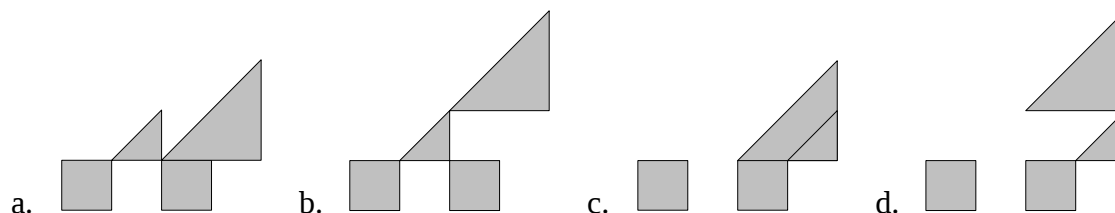
```
void Square()
{
    glBegin(GL_LINES);
    glVertex2i(0, 0);
    glVertex2i(1, 0);
    glVertex2i(1, 1);
    glVertex2i(0, 1);
    glEnd();
}

void Triangle()
{
    glBegin(GL_LINES);
    glVertex2i(0, 0);
    glVertex2i(1, 0);
    glVertex2i(1, 1);
    glEnd();
}
```

en het programmafragment:

```
Square();
glPushMatrix();
glTranslatef(2.0, 0.0, 0.0);
Square();
glPushMatrix();
glTranslatef(0.0, 1.0, 0.0);
glScalef(2.0, 2.0, 1.0);
Triangle();
glPopMatrix();
glPopMatrix();
glPushMatrix();
glTranslatef(1.0, 1.0, 0.0);
Triangle();
glPopMatrix();
```

Welke afbeelding is het resultaat van het uitvoeren van het programmafragment?



Opgave 10

3D transformaties representeren we vaak met 4 x 4 matrices (met gebruik van homogene coördinaten). Beschouw de volgende transformaties

- (I) een translatie met translatievector (tx, ty, tz)
- (II) een z-richting shearing met shear factoren Shx en Shy
- (III) een perspectief projectie met projectiecentrum O op het vlak z=-d

Hoeveel van deze transformaties kunnen ook met een 3 x 3 matrix worden gerepresenteerd (i.p.v. een 4 x 4 matrix)?

- a. 0
- b. 1
- c. 2
- d. 3

Opgave 11

Bij welk proces wordt gebruik gemaakt van een normaalvector van de af te beelden polygons?

- a. back face removal
- b. scan conversie
- c. clipping
- d. perspectief projectie

Opgave 12

Gegeven zijn de volgende transformatiematrices

$$M_1 = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$M_2 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

De matrices worden gebruikt om punten uit een rechtshandig coördinatenstelsel te transformeren naar een nieuw coördinatenstelsel. Is het nieuwe coördinatenstelsel bij gebruik van transformatiematrix M_1 en M_2 linkshandig of rechtshandig?

- | M_1 | M_2 |
|-----------------|--------------|
| a. rechtshandig | rechtshandig |
| b. rechtshandig | linkshandig |
| c. linkshandig | rechtshandig |
| d. linkshandig | linkshandig |

Opgave 13

Een textuurvierkant ABCD met $A = (0, 0)$, $B = (1, 0)$, $C = (1, 1)$ en $D = (0, 1)$ wordt gemapt op een polygon $A'B'C'D'$ in de schermruimte d.m.v. een bi-lineaire mapping.

Bi-lineaire mapping I

textuurpunt	beeld in schermruimte
A	A'
B	B'
C	C'
D	D'

Bi-lineaire mapping II

textuurpunt	beeld in schermruimte
A	B'
B	C'
C	D'
D	A'

Bij mapping I wordt het punt $(0.25, 0.75)$ gemapt op punt P' in de schermruimte.

Welk punt in de textuurruimte wordt op punt P' in de schermruimte gemapt bij gebruik van mapping II ?

- a. $(0.25, 0.25)$
- b. $(0.25, 0.75)$
- c. $(0.75, 0.25)$
- d. $(0.75, 0.75)$

Opgave 14

We willen een perspectief projectie van een 3D model maken waarbij de kijkrichting loodrecht op het projectievlak staat. Enkele viewing parameters, die de viewing transformatie bepalen zijn

COP het center of projection

VRP het view reference point

VUV de view up vector

Welke van de onderstaande uitspraken is niet juist?

- a. De projectie van VUV op het projectievlak bepaalt de oriëntatie van het window in het view plane.
- b. COP en VUV bepalen tezamen de positie en afmeting van het window in het view plane.
- c. COP en VRP bepalen tezamen de oriëntatie van het view plane.
- d. VRP bepaalt de positie van het view plane.

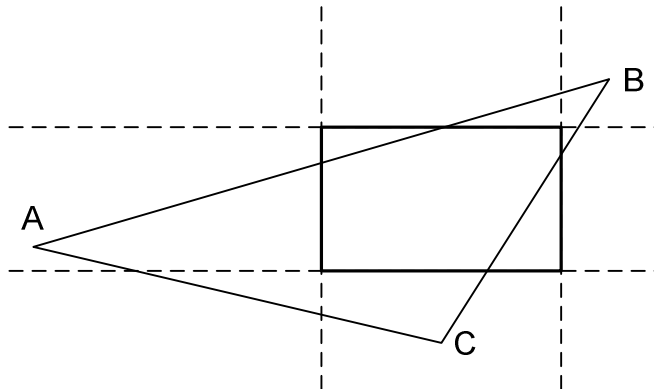
Opgave 15

Welke 3D transformatie is geen lineaire transformatie?

- a. Een spiegeling in een vlak door de oorsprong.
- b. Een rotatie om een willekeurige as door de oorsprong.
- c. Een schaling ten opzichte van de oorsprong met een of meer negatieve schaaufactoren.
- d. Een translatie over een 3D vector ongelijk aan de nulvector.

Opgave 16

Gegeven is het rechthoekige window en de driehoek ABC, getoond in de onderstaande figuur.



De driehoek wordt geclipt met het Sutherland-Hodgeman polygon clipping algoritme, met clipping volgorde links, rechts, onder, boven. Uit hoeveel hoekpunten bestaat het polygon na clippen tegen de rechtergrens en na clippen tegen de ondergrens?

	Na clippen tegen de rechtergrens	Na clippen tegen de ondergrens
a.	4	4
b.	4	5
c.	5	4
d.	5	5

Opgave 17

Een scan line hidden surface removal algoritme maakt gebruik van

- (I) Een sorted edge table (gesorteerde zijden tabel)
- (II) Een active edge list (actieve zijden lijst)
- (III) Een active face list (actieve vlakken lijst)

Welke lijst / tabel wordt gesorteerd op z-coördinaat?

- a. Alleen de sorted edge table.
- b. Alleen de active edge list.
- c. Alleen de active face list.
- d. Geen van de drie lijsten / tabellen.

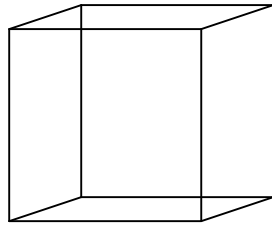
Opgave 18

Welk effect is geen rechtstreeks gevolg van aliasing?

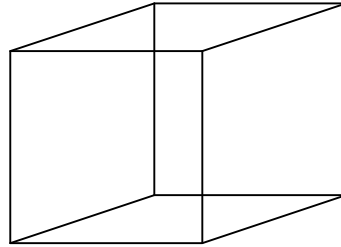
- a. Vervaging (blurring) van texturen die sterk gecomprimeerd worden afgebeeld.
- b. Verschillende helderheid van lijnen die onder verschillende hellingshoek worden afgebeeld.
- c. Trappetjes (jaggies) aan randen van polygons.
- d. Moiré patronen in texturen.

Opgave 19

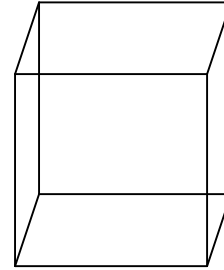
De 3 de onderstaande afbeeldingen zijn scheve projecties van een kubus, met projectierichting (d.w.z. de hoek die de projectoren maken met het projectievlak) respectievelijk gelijk aan α , β en γ .



(i)

projectierichting α 

(ii)

projectierichting β 

(iii)

projectierichting γ

Wat geldt voor α , β en γ ?

- a. $\alpha = \beta$ en $\alpha \neq \gamma$
- b. $\alpha = \gamma$ en $\alpha \neq \beta$
- c. $\beta = \gamma$ en $\alpha \neq \beta$
- d. $\alpha = \beta = \gamma$

Opgave 20

$M = \begin{pmatrix} \frac{3}{5} & -\frac{4}{5} & p \\ -\frac{4}{5} & -\frac{3}{5} & q \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ is de matrix voor een spiegeling in de lijn $x + 2y + 2 = 0$.

Wat is de waarde van p ?

- a. $-\frac{8}{5}$
- b. -1
- c. $-\frac{4}{5}$
- d. 0

Opgave 21

Een driehoek ABC vormt een onderdeel van het oppervlak van een 3D object. Als we van buiten het object tegen de driehoek aankijken dan zijn de hoekpunten A, B en C tegen de wijzers van de klok in gegeven. We overwegen twee methoden om een naar buiten wijzende normaalvector op het oppervlak te bepalen:

(I) $\underline{n}_1 = (\underline{b} - \underline{a}) \times (\underline{c} - \underline{a})$

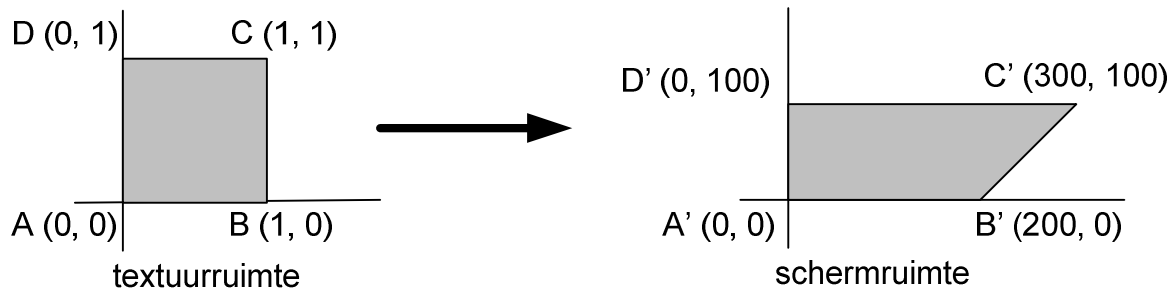
(II) $\underline{n}_2 = (\underline{b} - \underline{a}) \times (\underline{c} - \underline{b})$

Welke vector is een normaalvector op driehoek ABC en wijst tevens naar buiten?

- | | |
|--|--|
| $\underline{n}_1 = (\underline{b} - \underline{a}) \times (\underline{c} - \underline{a})$ | $\underline{n}_2 = (\underline{b} - \underline{a}) \times (\underline{c} - \underline{b})$ |
| a. wel | wel |
| b. wel | niet |
| c. niet | wel |
| d. niet | niet |

Opgave 22

$M = \begin{pmatrix} p & 0 & 0 \\ 0 & q & 0 \\ 0 & r & 1 \end{pmatrix}$ is de matrix voor een perspective mapping. De mapping beeldt ABCD in de textuuruimte af op A'B'C'D' in de schermruimte, zoals aangegeven in de onderstaande figuur.



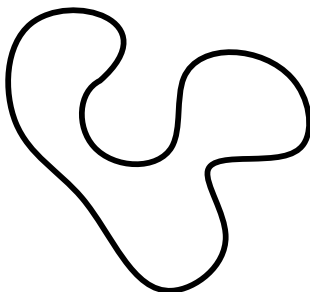
Wat is de waarde van p ?

- a. 100
- b. $\frac{100}{3}$
- c. $\frac{200}{3}$
- d. 200

Opgave 23

Een gebruiker van een tekenprogramma heeft de volgende gesloten kromme getekend. Het binnengebied moet nu opgevuld worden met de kleur geel. Hiertoe selecteert de gebruiker een punt binnen de gesloten kromme. Er zijn 4 beschikbare algoritmen voor het inkleuren van het binnengebied.

- (1) 4 connected boundary fill
- (2) 4-connected flood fill
- (3) 8-connected boundary fill
- (4) 8-connected flood fill



Welke uitspraak is juist?

- a. Alleen de twee boundary fill algoritmen kleuren het binnengebied correct.
- b. Alleen de twee flood fill algoritmen kleuren het binnengebied correct.
- c. Alleen de twee 4-connected algoritmen kleuren het binnengebied correct.
- d. Alle vier de algoritmen kleuren het binnengebied correct.

Opgave 24

Hidden surface removal algoritmen hebben een connectie met algoritmen voor scan conversie van een enkel polygon. Beschouw de volgende hidden surface removal algoritmen:

- A. scanline algoritme
- B. dieptesortings algoritme
- C. z-buffer algoritme
- D. painters algoritme

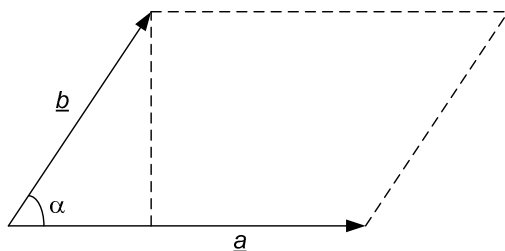
In drie van deze vier algoritmen is “scan converteer het polygon” een aparte stap in het volledige algoritme. Bij het overgebleven algoritme is “scan converteer het polygon” verweven met het algoritme voor het oplossen van het hidden surface removal probleem.

Bij welke van de vier algoritmen is de scan conversie van een polygon verweven met de rest van het algoritme?

- a. Bij algoritme A
- b. Bij algoritme B
- c. Bij algoritme C
- d. Bij algoritme D

Opgave 25

Gebruik (indien je er wat aan hebt) de onderstaande figuur:



Wanneer geldt voor vectoren in $\mathbb{R}^3$ dat $|\underline{a} \cdot \underline{b}| = \|\underline{a} \times \underline{b}\|$, d.w.z. de absolute waarde van het inwendig product van $\underline{a}$ en $\underline{b}$ is gelijk aan de norm van het uitwendig product van $\underline{a}$ en $\underline{b}$?

- a. Als de lengte van $\underline{a}$ is gelijk aan de lengte van $\underline{b}$
- b. Als de hoek tussen $\underline{a}$ en $\underline{b}$ $\pm 90^\circ$ is
- c. Als de hoek tussen $\underline{a}$ en $\underline{b}$ $\pm 45^\circ$ of $\pm 135^\circ$ is
- d. $|\underline{a} \cdot \underline{b}| = \|\underline{a} \times \underline{b}\|$ geldt voor alle vectoren $\underline{a}$ en $\underline{b}$ in $\mathbb{R}^3$

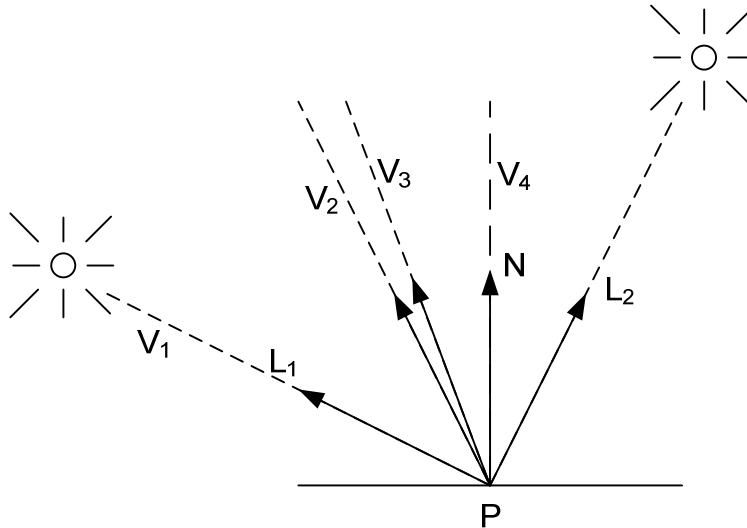
Opgave 26

In welke OpenGL functie wordt de naam van de callback functie (event handler) vastgelegd, die wordt aangeroepen als de gebruiker een keuze uit een menu maakt?

- a. glutAddMenuEntry
- b. glutAttachMenu
- c. glutAddSubMenu
- d. glutCreateMenu

Opgave 27

Een lichtmodel met een spiegelende reflectiecomponent wordt gebruikt om afbeeldingen te maken van een scène met twee lichtbronnen L_1 en L_2 . V_1 t/m V_4 zijn de vier oogpunten voor vier afbeeldingen van de scène. Punt P is een punt op een objectoppervlak (voor elk van deze vier afbeeldingen zichtbaar). N is de normaalvector op het objectoppervlak. Zie de figuur.



$\underline{L}_1$, $\underline{L}_2$, $\underline{V}_1$, $\underline{V}_2$, $\underline{V}_3$, $\underline{V}_4$ en $\underline{N}$ zijn allen eenheidsvectoren (resp. vanuit punt P naar de twee lichtbronnen, naar de vier oogpunten en de normaalvector op het oppervlak in punt P).

De oogpunten zijn zo gekozen dat voor de genormaliseerde vectoren $\underline{V}_1$, $\underline{V}_2$, $\underline{V}_3$ en $\underline{V}_4$ geldt:

$$\underline{V}_1 = \underline{L}_1$$

$$\underline{N} = \frac{1}{\|\underline{V}_2 + \underline{L}_2\|} (\underline{V}_2 + \underline{L}_2)$$

$$\underline{V}_3 = \frac{1}{\|\underline{L}_1 + \underline{L}_2\|} (\underline{L}_1 + \underline{L}_2)$$

$$\underline{V}_4 = \underline{N}$$

Bij welke afbeelding (met oogpunt V_1 , V_2 , V_3 of V_4) is de spiegelende reflectiecomponent van het lichtmodel het grootst?

- a. V_1 b. V_2 c. V_3 d. V_4

Opgave 28

Een deel van het oppervlak van een object is benaderd met een triangle strip van n driehoeken. Alleen de coördinaten van de hoekpunten van alle driehoeken zijn gegeven. Hoeveel normaalvectoren moeten ten behoeve van de shading worden berekend om het oppervlak met Gouraud shading af te beelden?

- a. n
b. $n+2$
c. $2n+2$
d. $3n$

Opgave 29

Gegeven zijn drie vlakken V_1 , V_2 en V_3 met vlakvergelijkingen

$$V_1: 3x - 2y + z + 5 = 0$$

$$V_2: -6x + 4y - 2z = 0$$

$$V_3: 2x - 3y + z + 5 = 0$$

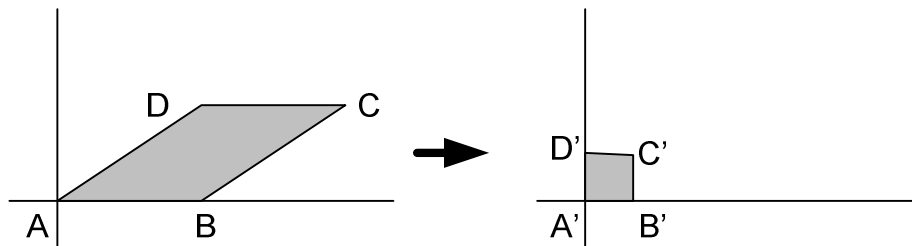
Welke van deze vlakken zijn evenwijdig?

- a. Alleen V_1 en V_2 zijn evenwijdig.
- b. Alleen V_1 en V_3 zijn evenwijdig.
- c. Alleen V_2 en V_3 zijn evenwijdig.
- d. Er is geen tweetal van deze vlakken, dat evenwijdig is.

Opgave 30

De transformatie die wordt gerepresenteerd door de matrix $\begin{bmatrix} p & q & 0 \\ r & s & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ beeldt vierhoek

ABCD af op vierhoek A'B'C'D'.



De coördinaten van de punten zijn

A(0, 0)	B(3, 0)	C(6, 2)	D(3, 2)
A'(0, 0)	B'(1, 0)	C'(1, 1)	D'(0, 1)

Wat is de waarde van q ?

- a. $-\frac{1}{2}$
- b. $-\frac{1}{3}$
- c. $\frac{1}{3}$
- d. $\frac{1}{2}$

einde tentamenopgaven