mathcentre

Am yr holl gefnogaeth rydych ei angen â'ch cwrs

Ffeithiau a Fformiwlâu Mathemateg ar gyfer Cyfrifiadureg

Prosiect aml-ddisgyblaethol sy'n cynnig adnoddau rhad ac am ddim i fyfyrwyr a staff er mwyn hwyluso dysgu ac addysgu mathemateg yn yr ysgol a'r brifysgol yw'r mathcentre.

www.mathcentre.ac.uk

Cynhyrchwyd y daflen hon ar y cyd rhwng yr Higher Education Academy Maths, Stats & OR Network a'r Coleg Cymraeg Cenedlaethol.

Am fwy o adnoddau, ewch i'r Porth www.porth.ac.uk neu www.colegcymraeg.ac.uk.

Setiau a Diagramau Venn

Setiau Gwag a Chynhwysol

Y set **wag** neu **nwl**: $\emptyset$ yw'r set sy'n cynnwys dim un elfen.

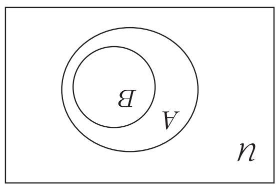
Y set **gynhwysol**, $\mathcal{U}$ neu $\mathcal{E}$: yw'r set sy'n cynnwys yr holl elfennau dan sylw mewn problem benodol.

Aelodaeth set

Os yw'r elfen x yn aelod o'r set X rydym yn ysgrifennu $x \in X$.

Is-setiau

Mae B yn is-set o A (wedi'i ysgrifennu $B \subseteq A$) os yw pob elfen o B hefyd yn elfen o A, h.y. os yw $x \in B$ yna mae $x \in A$. Os yw $B \subseteq A$ a $B \neq A$ yna ysgrifennwn $B \subset A$ a dyweder fod B yn **is-set briodol** o A. Mae'r set wag yn is-set o bob set.

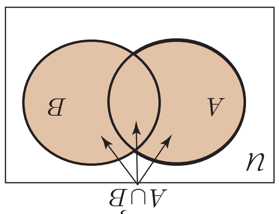


Hafaledd setiau

$A = B$ dim ond os yw $A \subseteq B$ a $B \subseteq A$.

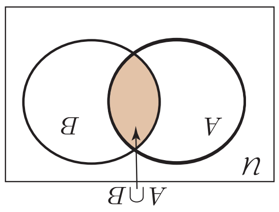
Uniad

$A \cup B = \{x : x \in A \text{ neu } x \in B\}$.



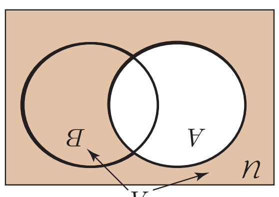
Croestoriad

$A \cap B = \{x : x \in A \text{ ac } x \in B\}$.



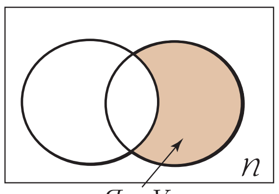
Cyflenwad

$\overline{A} = \{x : x \notin A\}$.



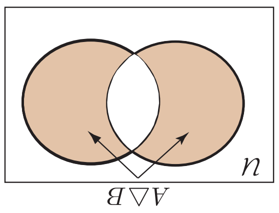
Gwahaniaeth setiau (neu gyflenwad B parthed A)

$A - B$ (neu $A \backslash B$) $= \{x : x \in A \text{ a } x \notin B\}$.



Gwahaniaeth cymesurol

$$A \triangle B = (A \cup B) - (A \cap B)$$
$$= \{x : (x \in A \text{ a } x \notin B) \text{ neu } (x \notin A \text{ a } x \in B)\}$$



Lluoswm Cartesaidd

$A \times B = \{(a, b) : a \in A \text{ a } b \in B\}$

Uniad a chroestoriad nifer mympwyol o setiau

$$\cup_{i=1}^{n} A_i = A_1 \cup A_2 \cup A_3 \cup \ldots \cup A_n$$

$$\cap_{i=1}^{n} A_i = A_1 \cap A_2 \cap A_3 \cap \ldots \cap A_n$$

Set pŵer

Y **set pŵer**, $P(X)$, ar gyfer set X yw'r set o holl is-setiau X (yn cynnwys y set nwl). Er enghraifft, os yw $X = \{a, b, c\}$, mae $P(X) = \{\{a\}, \{b\}, \{c\}, \{a, b\}, \{a, c\}, \{b, c\}, \{a, b, c\}, \emptyset\}$.

Prifoledd set

$|A| =$ **prifoledd** y set A, sef nifer yr elfennau gwahanol yn y set. Felly os yw $A = \{1, 2, 3, 3, 8\}$, mae $|A| = 4$.

Ar gyfer unrhyw setiau A, B, C ac X,

$|A \cup B| = |A| + |B| - |A \cap B|$.

$|A \cup B \cup C| = |A| + |B| + |C| - |A \cap B|$
$\quad - |A \cap C| - |B \cap C| + |A \cap B \cap C|$.

$|A \times B| = |A|\,|B|$

$|P(X)| = 2^n$ lle mae $n = |X|$.

Setiau cyffredin

$\mathbb{N}$ - set y rhifau naturiol $\{1, 2, 3, \ldots\}$.

$\mathbb{Z}$ - set y cyfanrifau, $\{\ldots, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, \ldots\}$.

$\mathbb{Q}$ - set y rhifau cymarebol, $\{\frac{p}{q} : p, q \in \mathbb{Z}, q \neq 0\}$.

Enghreifftiau o rifau cymarebol:
$-\frac{3}{4}$, $7 = \frac{7}{1}$, $0.21 = \frac{21}{100}$, $\frac{22}{7}$.

$\mathbb{R}$ - set y rhifau real {h.y. pob rhif y gellir ei fynegi fel ehangiad degol meidraidd neu anfeidraidd}.

Enghreifftiau o rifau real:
$-\frac{3}{4}$, 7, 0.21, $\frac{22}{7}$, π, $\sqrt{2}$.

$\mathbb{C}$ - set y rhifau cymhlyg $\{x + \sqrt{-1}\,y \; : x, y \in \mathbb{R}\}$.

Algebra Setiau

$A \cup B = B \cup A$ $A \cap B = B \cap A$	natur gymudiadol
$A \cup (B \cup C) = (A \cup B) \cup C$ $A \cap (B \cap C) = (A \cap B) \cap C$	cysylltiadedd
$A \cap (B \cup C) = (A \cap B) \cup (A \cap C)$ $A \cup (B \cap C) = (A \cup B) \cap (A \cup C)$	dosranoldeb
$A \cup \emptyset = A$ $A \cap \mathcal{U} = A$	unfathiant
$A \cup \overline{A} = \mathcal{U}$ $A \cap \overline{A} = \emptyset$ $\overline{\overline{A}} = A$	cyfatebolrwydd
$A \cup (A \cap B) = A$ $A \cap (A \cup B) = A$	amsugniad
$(A \cap B) \cup (A \cap \overline{B}) = A$ $(A \cup B) \cap (A \cup \overline{B}) = A$	minimeiddio
$\overline{A \cup B} = \overline{A} \cap \overline{B}$ $\overline{A \cap B} = \overline{A} \cup \overline{B}$	deddfau de Morgan
$A \cup A = A$ $A \cap A = A$	natur idempotent

Rhesymeg

$p \vee q \equiv q \vee p$ $p \wedge q \equiv q \wedge p$	natur gymudiadol
$p \vee (q \vee r) \equiv (p \vee q) \vee r$ $p \wedge (q \wedge r) \equiv (p \wedge q) \wedge r$	cysylltiadedd
$p \wedge (q \vee r) \equiv (p \wedge q) \vee (p \wedge r)$ $p \vee (q \wedge r) \equiv (p \vee q) \wedge (p \vee r)$	dosranoldeb
$p \vee (p \wedge q) \equiv p$ $p \wedge (p \vee q) \equiv p$	amsugniad
$\sim (p \vee q) \equiv (\sim p) \wedge (\sim q)$ $\sim (p \wedge q) \equiv (\sim p) \vee (\sim q)$	deddfau de Morgan
$p \vee p \equiv p$ $p \wedge p \equiv p$	natur idempotent

Nodiant ar gyfer negyddiad: $\neg p$, $\overline{p}$

Gwirlenni

dim P

P	$\sim P$
G	A
A	G

P **ac** R

P	R	$P \wedge R$
G	G	G
G	A	A
A	G	A
A	A	A

P **neu** R

P	R	$P \vee R$
G	G	G
G	A	G
A	G	G
A	A	A

P **neu** R

P	R	$P \underline{\vee} R$
G	G	G
G	A	G
A	G	G
A	A	A

os yw P **mae** R

P	R	$P \Longrightarrow R$
G	G	G
G	A	A
A	G	G
A	A	G

P **dim ond os yw** R

P	R	$P \Longleftrightarrow R$
G	G	G
G	A	A
A	G	A
A	A	G

Gosodiadau a honiadau: Mae'r **gosodiad**, P, â gwerth gwirionedd, h.y. mae naill ai'n wir (G) neu'n anwir (A). Felly, er enghraifft, mae'r datganiad P: *mae'r ddaear yn wastad* yn osodiad sydd â gwerth gwirionedd A. Mae **gosodiad cyfansawdd** yn un wedi'i greu o osodiadau elfennol a gweithredwyr rhesymegol, e.e. mae $P \wedge (R \vee S)$ yn osodiad cyfansawdd wedi'i greu allan o'r gosodiadau P, R ac S.

Gelwir gosodiad cyfansawdd sydd bob amser yn wir yn **dawtoleg**. Mae gosodiad cyfansawdd sydd bob tro'n anwir yn cael ei alw'n **wrthgyferbyniad**. Mae dau osodiad cyfansawdd sydd wedi'i creu o'r un set o osodiadau elfennol yn **gywerth yn rhesymegol** os oes ganddynt yr union yr un tablau gwirionedd.

Mae **honiad**, $P(x)$, yn osodiad lle mae'r gwerth gwirionedd yn dibynnu ar y gwerth a roddir i'r newidyn x. Felly, er enghraifft, mae $P(x) : x^2 - 3 > 0$ yn honiad.

Meintiolwyr: $\forall$, ar gyfer pob (weithiau'n cael ei alw'n **feintiolwr cyffredinol**). $\exists$, yn bodoli (weithiau'n cael ei alw'n **feintiolwr dirfodol**). Mae meintiolwyr yn trawsnewid honiadau i osodiadau. Mae'r gosodiad $\exists x\, P(x)$ yn wir os bodolir o leiaf un gwerth o x lle mae $P(x)$ yn wir. Mae'r gosodiad $\forall x\, P(x)$ yn wir os yw $P(x)$ yn wir ar gyfer pob gwerth o x.

Algorithmau

Cymerwch fod gennym ddau gyfanrif positif m, n, gydag m yn fwy na n. Pan mae m yn cael ei rannu gan n, ceir cyfanrif yn ogystal â gweddill. Er enghraifft, ar gyfer 16 a 5, mae $\frac{16}{5} = 3$, gweddill 1. Yma, y rhif 3 yw'r **cyniferydd**, 1 yw'r **gweddill**, a 5 yw'r **rhannydd**.

Algorithm i drosi rhif degol i rif deuaidd

Cam 1: Rhannwch y rhif â 2. Cadwch y cyniferydd a chofnodwch y gweddill.

Cam 2: Os yw'r cyniferydd yng Ngham 1 yn 0 yna stopiwch.

Cam 3: Os nad yw'r cyniferydd yng Ngham 1 yn 0 ewch i Cam 1, ddefnyddiwch y cyniferydd fel y rhif a rannir â 2.

Rhoddir cynrychiolaeth deuaidd y rhif degol cychwynnol gan y gweddillion yn y drefn gwrthdro i'r hyn y darganfuwyd.

Algorithm Euclid ar gyfer Rhannydd Cyffredin Mwyaf dau gyfanrif positif a a b, RhCM(a, b)

Cam 1: Rhannwch y cyfanrif mwyaf â'r un lleiaf.

Cam 2: Os yw'r gweddill yn sero yna stopiwch, y RhCM(a, b) yw'r rhannydd.

Cam 3: Os nad yw'r gweddill yn sero yna rhannwch y rhannydd â'r gweddill ac ewch i Cam 2.

Algorithm Prim ar gyfer y goeden bontio finimwm mewn rhwydwaith ag n fertig.

Cam 1: Dewisiwch unrhyw fertig. Dewisiwch yr ymyl â'r hyd byrraf sy'n drawol i'r fertig hon. Galwch hwn yn graff P.

Cam 2: Dewisiwch yr ymyl (i, j) sydd â'r hyd byrraf o bob ymyl (i, k) lle mae i yn P ac lle nad yw k yn P. Adiwch yr ymyl hon i P. (Os oes amryw o ymylon â'r un hyd byrraf, yna dewisiwch un ohonynt yn fympwyol.)

Cam 3: Os oes gan P $n - 1$ ymyl, stopiwch - mae'n goeden pontio finimol, fel arall ewch i Cam 2.

Algorithm Chwilio Deuaidd i ddarganfod elfen x mewn rhestr drefnedig L ag n elfen $a_1 < a_2 < \ldots < a_n$.

Cam 1: Gwiriwch os yw x yn fwy na'r elfen ganol yn y rhestr L. Os yw hyn yn wir, cymerwch yr hanner uchaf o'r rhestr i fod yn rhestr chwilio newydd, L. Os yw'n anwir, cymerwch yr hanner isaf o'r rhestr i fod yn rhestr chwilio newydd.

Cam 2: Os mai dim ond un elfen, a_L, sydd ar ôl yn y rhestr, stopiwch. Os yw $x = a_L$ yna mae'r elfen wedi cael ei darganfod. Os yw $x \neq a_L$ yna nid yw'r elfen yn y rhestr.

Cam 3: Os oes mwy nag un elfen yn L, ewch i cam 1.

Algorithm Trefnu Swigen i osod rhestr anrhefniedig o n rhif $a_1, a_2, \ldots a_n$ mewn trefn esgynnol.

Cam 1: Gosodwch y rhifydd $j = 2$.

Cam 2: O $i = n$ i j, cyfnewidiwch a_i a a_{i-1} os yw $a_i < a_{i-1}$.

Cam 3: Cynyddwch werth y rhifydd j o 1.

Cam 4: Stopiwch os yw $j = n$, mae'r rhestr wedi'i threfnu, fel arall ewch i cam 2.

Prif gynnwys gan Mark McCartney. Golygwyd gan Tony Croft, Prifysgol Loughborough. Cyfieithwyd gan Tudur Davies, Coleg Cymraeg Cenedlaethol a Phrifysgol Aberystwyth.

www.mathcentre.ac.uk
ⓗmathcentre 2015

Algebra

$$(x+k)(x-k) = x^2 - k^2$$

$$(x+k)^2 = x^2 + 2kx + k^2, \quad (x-k)^2 = x^2 - 2kx + k^2$$

$$x^3 \pm k^3 = (x \pm k)(x^2 \mp kx + k^2)$$

Fformiwla datrys hafaliad cwadratig:

Os yw $ax^2 + bx + c = 0$ yna $x = \dfrac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$.

Deddfau Indecsau:

$$a^m a^n = a^{m+n} \qquad \frac{a^m}{a^n} = a^{m-n} \qquad (a^m)^n = a^{mn}$$

$$a^0 = 1 \qquad a^{-m} = \frac{1}{a^m} \qquad a^{1/n} = \sqrt[n]{a} \qquad a^{\frac{m}{n}} = (\sqrt[n]{a})^m$$

Deddfau Logarithmau:

Ar gyfer unrhyw sail positif b (gyda $b \neq 1$), mae

$$\log_b A = c \quad \text{yn golygu} \quad A = b^c,$$

$$\log_b A + \log_b B = \log_b AB, \qquad \log_b A - \log_b B = \log_b \frac{A}{B},$$

$$n \log_b A = \log_b A^n, \qquad \log_b 1 = 0, \qquad \log_b b = 1.$$

Fformiwla ar gyfer newid sail: $\log_a x = \dfrac{\log_b x}{\log_b a}$

Mae logarithmau i'r sail e, wedi'i dynodi fel $\log_e$ neu $\ln$ yn cael ei galw'n *logarithmau naturiol*. Mae'r llythyren e yn sefyll am gysonyn esbonyddol sydd o ddeutu 2.718.

Symbolau a Nodiannau Defnyddiol

$a \mid b$	a yn rhannu b
$a \not\mid b$	a ddim yn rhannu b
$a \bmod b$	y gweddill ar ôl rhannu a gyda b
$\lfloor x \rfloor$	llawr x; y cyfanrif mwyaf sy'n llai neu'n hafal i x
$\lceil x \rceil$	nenfwd x; y cyfanrif lleiaf sy'n fwy neu'n hafal i x
rcm(a,b)	rhannydd cyffredin mwyaf a a b
rcl(a,b)	rhannydd cyffredin lleiaf a a b
$P \equiv Q$	mae P a Q yn gywerth yn rhesymegol
$\sum_{i=1}^{n} a_i$	$= a_1 + a_2 + \ldots + a_{n-1} + a_n$
$\prod_{i=1}^{n} a_i$	$= a_1 \times a_2 \times \ldots \times a_{n-1} \times a_n$
$\sum_{i \in S} a_i$	swm yr elfennau yn y set $\{a_i : i \in S\}$
$\prod_{i \in S} a_i$	lluoswm yr elfennau yn y set $\{a_i : i \in S\}$

Er enghraifft, os mai S yw'r set o gyfanrifau od rhwng 0 a 10, ac $a_i = i$ yna $\sum_{i \in S} a_i = 1 + 3 + 5 + 7 + 9 = 25$ a

$\prod_{i \in S} a_i = 1 \times 3 \times 5 \times 7 \times 9 = 945.$

Cyfresi a Dilyniannau

Dilyniant rhifyddol:

$$a, a+d, a+2d, \ldots$$

a = term cyntaf, d = gwahaniaeth cyffredin a'r k^{fed} term $= a + (k-1)d$.
Swm n term yw

$$S_n = \frac{n}{2}(2a + (n-1)d)$$

Swm yr n cyfanrif cyntaf:

$1 + 2 + 3 + \ldots + n =$

$$\sum_{k=1}^{n} k = \frac{1}{2}n(n+1)$$

Swm sgwariau'r n cyfanrif cyntaf:

$1^2 + 2^2 + 3^2 + \ldots + n^2 =$

$$\sum_{k=1}^{n} k^2 = \frac{1}{6}n(n+1)(2n+1)$$

Dilyniant geometreg:

$$a, ar, ar^2, \ldots$$

a = term cyntaf, r = cymhareb gyffredin a'r k^{fed} term $= ar^{k-1}$.
Swm n term yw

$$S_n = \frac{a(1-r^n)}{1-r}, \text{ cyn belled bod } r \neq 1.$$

Swm cyfres geometreg anfeidraidd:

$$S_\infty = \frac{a}{1-r}, \quad -1 < r < 1$$

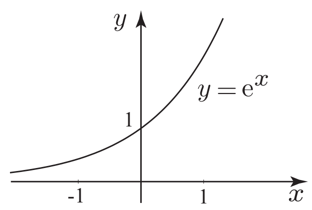
Prawf trwy Anwythiad

Gadewch i $P(n)$ fod yn osodiad sydd wedi'i ddiffinio ar gyfer pob cyfanrif $n \geq 1$. Yna os yw
1. P(1) yn wir,
2. ac ar gyfer $k \geq 1$, mae $P(k) \Rightarrow P(k+1)$ yn wir,
yna mae $P(n)$ yn wir ar gyfer pob $n \geq 1$.

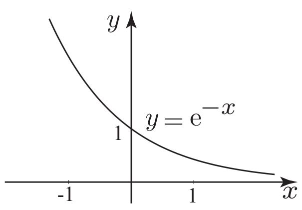
Gall hyn gael ei ysgrifennu mewn ffurf symbolaidd fel
$P(1) \wedge (\forall k (P(k) \Rightarrow P(k+1))) \Rightarrow \forall n \ P(n)$.

Graffiau ffwythiannau cyffredin

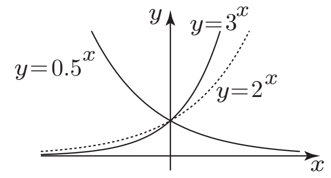
Ffwythiannau esbonyddol



Graff $y = e^x$ yn dangos twf esbonyddol

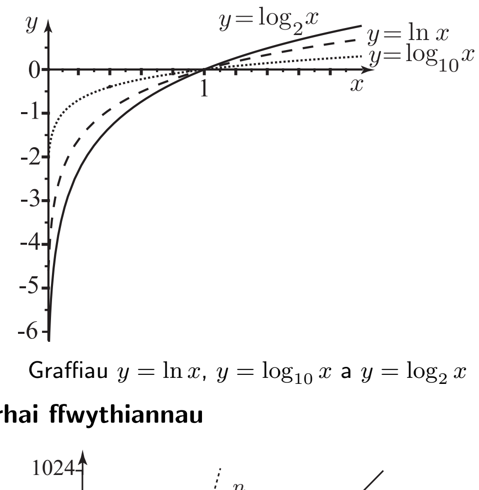


Graff $y = e^{-x}$ yn dangos dirywiad esbonyddol



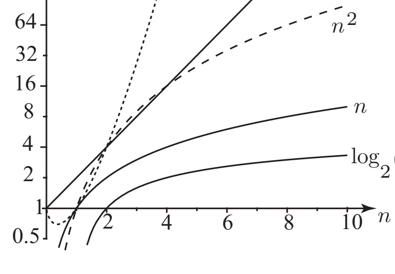
Graffiau $y = 0.5^x$, $y = 3^x$, ac $y = 2^x$

Ffwythiannau Logarithmig



Graffiau $y = \ln x$, $y = \log_{10} x$ a $y = \log_2 x$

Twf rhai ffwythiannau



Tebygoleg

Digwyddiadau a thebygolrwyddau:

Croestoriad y ddau ddigwyddiad A a B yw $A \cap B$.
Uniad A a B yw $A \cup B$.
Mae'r digwyddiadau A a B yn **gydanghynhwysol** os na allant ddigwydd gyda'u gilydd. Dynodir hyn gan $A \cap B = \emptyset$ lle gelwir $\emptyset$ yn **ddigwyddiad nwl**.
Ar gyfer unrhyw ddigwyddiad A, mae $0 \leq P(A) \leq 1$.
Ar gyfer y digwyddiadau A a B, mae

$$P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A \cap B).$$

Os yw A a B yn gydanghynhwysol, mae

$$P(A \cup B) = P(A) + P(B).$$

Digwyddiadau sydd yr un mor debygol:

Os yw set llawn yn cynnwys n digwyddiad elfennol sydd yr un mor debygol o ddigwydd, yna'r tebygolrwydd ar gyfer pob un yw $\frac{1}{n}$. Os yw'r digwyddiad A yn cynnwys m elfen allan o'r n elfen, yna mae $P(A) = \frac{m}{n}$.

Digwyddiadau annibynnol:

Mae A, B yn *annibynnol* dim ond os yw

$$P(A \cap B) = P(A)P(B).$$

Tebygolrwydd Amodol A o wybod B:

$$P(A|B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)} \qquad \text{cyn belled bod} \quad P(B) \neq 0.$$

Theorem Bayes:

$$P(B|A) = \frac{P(A|B)P(B)}{P(A)}$$

Theorem Cyfanswm Tebygolrwydd:

Mae'r k digwyddiad $B_1, B_2, \ldots B_k$ yn ffurfio *rhaniad* o'r gofod sampl S os yw $B_1 \cup B_2 \cup B_3 \ldots \cup B_k = S$ ac ni all dau o'r B_i'au ddigwydd yr un pryd. Yna mae $P(A) = \sum_i P(A|B_i)P(B_i)$. Yn yr achos hwn, mae Theorem Bayes yn cyffredinoli i

$$P(B_i|A) = \frac{P(A|B_i)P(B_i)}{\sum_j P(A|B_j)P(B_j)} \qquad (i = 1, 2, \ldots k).$$

Os mai B' yw *cyflenwad* y digwyddiad B, mae

$$P(B') = 1 - P(B)$$

a

$$P(A) = P(A|B)P(B) + P(A|B')P(B')$$

Mae'r uchod yn achos arbennig o theorem cyfanswm tebygolrwydd. Yn gyffredinol, dynodir cyflenwad y digwyddiad B fel $\overline{B}$.

Matricsau a Determinantau

Mae gan y matrics 2×2, $A = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$ y determinant

$$|A| = \begin{vmatrix} a & b \\ c & d \end{vmatrix} = ad - bc.$$

Mae gan y matrics 3×3, $A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix}$ y determinant

$$|A| = a_{11} \begin{vmatrix} a_{22} & a_{23} \\ a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} - a_{12} \begin{vmatrix} a_{21} & a_{23} \\ a_{31} & a_{33} \end{vmatrix} + a_{13} \begin{vmatrix} a_{21} & a_{22} \\ a_{31} & a_{32} \end{vmatrix}.$$

Gwrthdro matrics 2×2

Os yw $A = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$ yna mae $A^{-1} = \dfrac{1}{ad - bc} \begin{pmatrix} d & -b \\ -c & a \end{pmatrix}$ cyn belled bod $ad - bc \neq 0$.

Lluosiad Matricsau: ar gyfer matricsau 2×2, mae

$$\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \alpha & \gamma \\ \beta & \delta \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a\alpha + b\beta & a\gamma + b\delta \\ c\alpha + d\beta & c\gamma + d\delta \end{pmatrix}.$$

Cofiwch fod $AB \neq BA$ oni bai mewn achosion arbennig.

Perthnasau Deuaidd

Mae **perthynas ddeuaidd**, R, o set A i set B yn is-set o'r Lluoswm Cartesaidd, $A \times B$. Os yw $(a,b) \in R$ ysgrifennwn aRb.
Mae perthynas ddeuaidd ar set A yn is-set o $A \times A$.
Ar gyfer perthynas R ar set A, mae:
R yn **ymatblyg** pan mae $aRa \ \forall a \in A$.
R yn **wrth-ymatblyg** pan mae $aRb \Longrightarrow a \neq b$, $a, b \in A$.
R yn **gymesur** pan mae $aRb \Longrightarrow bRa$, $a, b \in A$.
R yn **wrthgymesur** pan mae aRb a $bRa \Longrightarrow a = b, a, b \in A$.
R yn **drosaidd** pan mae aRb a $bRc \Longrightarrow aRc$, $a, b, c \in A$.
Mae **perthynas cywerthedd** yn ymatblyg, gymesur a throsaidd.
Mae **trefn rhannol** yn ymatblyg, gwrthgymesur a throsaidd.

Ffwythiannau

Mae perthynas ddeuaidd, f, ar $A \times B$ yn **ffwythiant** o A i B, wedi'i ysgrifennu fel $f : A \to B$, os oes un $b \in B$ (yn unig) ar gyfer pob $a \in A$, fel bod $(a,b) \in f$. Rydym yn ysgrifennu $b = f(a)$.
A yw **parth** f a B yw **cyd-barth** f.
Dynodir **amrediad** f gan $f(A)$ lle mae $f(A) = \{f(a) : a \in A\}$.
Mae ffwythiant $f : A \to B$ yn **un-i–un** neu'n **fewnsaethol** os yw $f(a_1) = f(a_2) \Longrightarrow a_1 = a_2$.
Mae $f : A \to B$ yn ffwythiant **arsaethol** os ar gyfer pob $b \in B$ mae $a \in A$ yn bodoli fel bod $b = f(a)$.
Mae ffwythiant yn **ddeusaethol** os yw'n fewnsaethol ac yn arsaethol.

Ffwythiannau Cymhlethdod

Mae ffwythiant $f(n) = O(g(n))$ os oes rhif real positif c yn bodoli fel bod $|f(n)| \leq c|g(n)|$ ar gyfer n sy'n ddigon mawr. Yn fwy anffurfiol, dywedwn fod $f(n) = O(g(n))$ os nad yw $f(n)$ yn tyfu'n gyflymach na $g(n)$ wrth i n gynyddu. Mae ysgrifennu $f(n) \prec g(n)$ yn dynodi fod gan $g(n)$ drefn uwch nac $f(n)$ ac felly mae'n tyfu'n gynt. Hierarchaeth ffwythiannau cyffredin yw

$$1 \prec \log(n) \prec n \prec n^k \prec c^n \prec n! \prec n^n$$

lle mae $c, k > 1$.

Cyfuniadeg

Y nifer o ffyrdd o ddewis k gwrthrych allan o gyfanswm o n, lle mae trefn y dewisiad yn bwysig, yw nifer y trynewidiadau:

$${}^nP_k = \frac{n!}{(n-k)!}$$

Y nifer o ffyrdd o ddewis k gwrthrych allan o gyfanswm o n, lle nad yw trefn y dewisiad yn bwysig, yw nifer y cyfuniadau:

$${}^nC_k = \frac{n!}{(n-k)!k!}$$

lle mae $0! = 1, n! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot \ldots \cdot (n-1) \cdot n$.

$${}^nC_k = {}^nC_{n-k}$$

$${}^{n+1}C_k = {}^nC_k + {}^nC_{k-1}$$

$${}^nC_0 + {}^nC_1 + \ldots {}^nC_{n-1} + {}^nC_n = 2^n$$

$$(1+x)^n = {}^nC_0 + {}^nC_1 x + {}^nC_2 x^2 + \ldots + {}^nC_{n-1} x^{n-1} + {}^nC_n x^n$$

Felly rhoddir gwerth ${}^nC_k$ gan y $k$fed cofnod yn $n$fed rhes y triongl Pascal:

$$\begin{array}{ccccccccc} & & & & 1 & & & & \\ & & & 1 & & 1 & & & \\ & & 1 & & 2 & & 1 & & \\ & 1 & & 3 & & 3 & & 1 & \\ 1 & & 4 & & 6 & & 4 & & 1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \end{array}$$

lle cynhyrchir yr elfennau gan swm y ddau gofnod cyfagos yn y rhes flaenorol, gyda'r rhes uchaf yn cael ei dynodi'n rhes 0, a'r cofnod ar y chwith ymhob rhes yn cael ei ddynodi fel cofnod 0. Er enghraifft, y 6 yn y rhes olaf uchod yw cofnod 2 yn rhes 4, gan fod y cyfrif ar gyfer cofnodion a rhesi'n dechrau yn 0, h.y. ${}^4C_2 = 6$.