Rappels

LES EXPOSANTS *et* LES RADICAUX

par

ANDRÉ ROSS

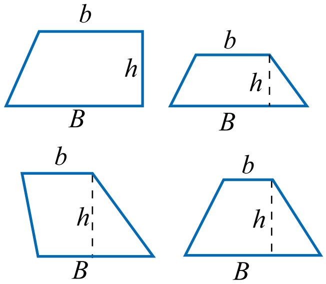
Manipuler correctement les expressions algébriques comportant des exposants et des radicaux.

OBJECTIFS

- Manipuler des expressions algébriques selon les règles de l'art.
- Déterminer le plus grand commun diviseur et le plus petit commun multiple d'expressions algébriques.
- Simplifier des expressions algébriques en utilisant les propriétés des exposants.
- Simplifier des expressions algébriques en utilisant les propriétés des radicaux.

VIDÉOS

Les vidéos qui accompagnent ce texte sont disponibles à l'adresse : prodafor.com



Polynômes01

1.1 Notions d'algèbre

Les expressions algébriques ont de multiples usages dans la science et la technologie modernes. Elles permettent entre autres l'écriture condensée de relations et de propriétés communes à différents objets. Par exemple, les figures représentées ci-contre ont des formes différentes, mais elles sont toutes des trapèzes puisque chacune a deux côtés parallèles. On démontre facilement, en géométrie, que l'aire d'un trapèze est égale à « la demi-somme des bases multipliée par la hauteur ». Cette relation entre l'aire du trapèze et la mesure de ses bases et de sa hauteur s'écrit algébriquement sous la forme

$$A = \frac{b+B}{2} \times h.$$

La description symbolique de propriétés communes à des ensembles d'objets est une application de l'algèbre qui permet également de résoudre de façon très efficace des problèmes comportant des inconnues.

Expressions algébriques

$$\frac{3a^3x + 2b^2y}{3ab}$$

Expression algébriq

Expression algébrique

Une **expression algébrique** est un groupe de lettres et de nombres reliés entre eux par les symboles d'opérations arithmétiques.

Termes

$$\overbrace{\underbrace{4}\underbrace{x^3}}\; + \;\overbrace{25a^2}$$

Facteurs Coefficient

Terme, facteur et coefficient

On appelle **terme** chaque élément d'une addition.

On appelle **facteur** chaque élément d'une multiplication.

Un **coefficient** d'une expression algébrique est un nombre qui est facteur de cette expression algébrique.

Dans l'expression $2ab + 5b$, il y a deux termes : le terme $2ab$ et le terme $5b$. Le terme $2ab$ comporte trois facteurs puisqu'il est le produit de trois éléments. Le nombre 2 est le coefficient du terme en ab et le nombre 5 est le coefficient du terme en b.

Puissance et exposant

Exposant

$$\underbrace{a^n}_{\text{Puissance } n^e \text{ de } a} = \underbrace{a \times a \times a \times \ldots \times a}_{n \text{ facteurs}}$$

Puissance et exposant

On appelle **puissance n^e** d'un nombre a le produit de n facteurs égaux à ce nombre. Elle est représentée par a^n.

Le nombre n est appelé **exposant de** a.

THÉORÈME

Règles d'utilisation des exposants

Soit a et $b \in \mathbb{R}\backslash\{0\}$, et m et $n \in \mathbb{R}$.

- $a^m \cdot a^n = a^{m+n}$
- $a^0 = 1$
- $(a^m)^n = a^{mn}$
- $(a \cdot b)^n = a^n \cdot b^n$
- $a^{-m} = \dfrac{1}{a^m}$
- $\dfrac{a^m}{a^n} = a^{m-n}$
- $\left(\dfrac{a}{b}\right)^n = \dfrac{a^n}{b^n}$
- $a^{1/n} = \sqrt[n]{a}$ sauf si $a < 0$ et n est pair.
- $a^{m/n} = \sqrt[n]{a^m} = \left(\sqrt[n]{a}\right)^m$ sauf si $a < 0$ et n pair.

REMARQUE

Il découle de la règle des signes relative au produit de deux nombres algébriques que :

- toute puissance d'un nombre positif est positive;
- la puissance d'un nombre négatif est positive si l'exposant est pair, et négative si l'exposant est impair.

Exposant01
Exposant04
Exposant06

EXEMPLE 1.1.1

Évaluer l'expression suivante en appliquant les règles d'utilisation des exposants entiers positifs.

$$\frac{3^4 \times 15^3}{27^2}.$$

Solution

On exprime d'abord 15 et 27 sous la forme de puissances de nombres premiers :

$$\frac{3^4 \times 15^3}{27^2} = \frac{3^4 \times (3 \times 5)^3}{(3^3)^2} = \frac{3^4 \times 3^3 \times 5^3}{(3^3)^2}$$

$$= \frac{3^7 \times 5^3}{3^6} = 3 \times 5^3 = 3 \times 125 = 375$$

Autres exemples

Exposant02
Exposant03
Exposant05

EXEMPLE 1.1.2

Évaluer les expressions à l'aide des règles d'utilisation des exposants :

a) $\sqrt{4^3}$

b) $\sqrt[3]{\dfrac{27}{64}}$

Exposant07

Solution

a) $\sqrt{4^3} = 4^{3/2}$, selon la règle des exposants fractionnaires;

$= (2^2)^{3/2}$, on exprime 4 en base 2;

$= (2^2)^{3/2} = 2^{2\times 3/2} = 2^3 = 8$, règle de la puissance d'une puissance.

Exposant08

b) En appliquant les règles, on obtient :

$$\sqrt[3]{\frac{27}{64}} = \left(\frac{27}{64}\right)^{1/3} = \left(\frac{3^3}{2^6}\right)^{1/3} = \frac{(3^3)^{1/3}}{(2^6)^{1/3}} = \frac{3}{2^2} = \frac{3}{4}.$$

Lors de la manipulation d'expressions algébriques, on peut avoir à déterminer le plus grand commun diviseur ou le plus petit commun multiple. On procède de la même façon que s'il s'agissait de nombres.

EXEMPLE 1.1.3

Trouver le plus grand commun diviseur des expressions a^2b^3c et $a^4b^2c^3$.

Solution

Le plus grand commun diviseur est le produit des facteurs communs affectés de leur plus petit exposant dans les décompositions en facteurs premiers. Le plus grand commun diviseur de a^2b^3c et $a^4b^2c^3$ est donc

$$a^2b^2c.$$

EXEMPLE 1.1.4

Trouver le plus petit commun multiple des expressions $6ab^2c$ et $8a^2bc^3$.

Solution

Le plus petit commun multiple est le produit de tous les facteurs apparaissant dans l'une ou l'autre des expressions, chaque facteur étant affecté du plus grand exposant qui lui est assigné dans l'une des décompositions en facteurs premiers. Le plus grand commun diviseur de $6ab^2c$ et $8a^2bc^3$ est donc :

$$24a^2b^2c^3.$$

REMARQUE

Les parenthèses permettent de préciser les priorités des opérations. Lorsqu'on doit effectuer plusieurs opérations, on respecte l'ordre suivant.

1. On effectue d'abord les opérations à l'intérieur des parenthèses.
2. On calcule les puissances (exposants).
3. On effectue les multiplications et les divisions, de la gauche vers la droite.
4. On complète par les additions et les soustractions, de la gauche vers la droite.

Parenthèses

Dans les expressions algébriques, on utilise des parenthèses pour indiquer que les termes qu'elles renferment sont considérés comme une expression algébrique globale par rapport aux expressions et opérations à l'extérieur de celle-ci. Les parenthèses indiquent la priorité des opérations : on effectue d'abord les opérations à l'intérieur des parenthèses pour calculer la valeur numérique. Ainsi, pour calculer celle de l'expression $(3x + 2)(x – 1)$ lorsque $x = 4$, on substitue d'abord 4 à x, puis on effectue les opérations en commençant par celles à l'intérieur de parenthèses

$$(3 \times 4 + 2)(4 – 1) = (12 + 2)(3) = (14)(3) = 42.$$

Distributivité

On n'utilise pas obligatoirement le symbole de la multiplication pour représenter le produit de deux expressions. Ainsi, l'expression $2x^2(3x – 2)$ représente le produit de deux expressions algébriques, soit $2x^2$ et $3x – 2$. Pour effectuer un produit de cette forme, on multiplie par $2x^2$ chacun des termes de l'expression à l'intérieur des parenthèses. Cette opération consiste à appliquer la **distributivité** de la multiplication. On obtient alors :

$$2x^2(3x – 2) = (2x^2 \times 3x) – (2x^2 \times 2) = 6x^3 – 4x^2.$$

Selon la règle des signes, quand on multiplie une parenthèse par une expression négative, tous les signes des termes à l'intérieur des parenthèses sont inversés :

$$–2(3x^2 – 2x + 1) = –6x^2 + 4x – 2.$$

Il est à remarquer qu'en multipliant la parenthèse seulement par le coefficient 2, on a :

$$-2(3x^2 - 2x + 1) = -(6x^2 - 4x + 2).$$

Si on enlève les parenthèses dans le membre de droite, il faut alors inverser le signe de chacun des termes à l'intérieur des parenthèses pour conserver l'égalité.

EXEMPLE 1.1.5

Effectuer le produit $3a^2b(a + b^2c - 2)$.

Solution

Pour effectuer le produit, il faut appliquer la distributivité, c'est-à-dire multiplier chacun des termes à l'intérieur des parenthèses par le facteur situé à l'extérieur

$$3a^2b(a + b^2c - 2) = 3a^3b + 3a^2b^3c - 6a^2b.$$

Élimination des parenthèses

PROCÉDURE

Élimination de parenthèses

Pour éliminer les parenthèses, on commence par la paire intérieure et on élimine progressivement les autres en respectant la règle des signes.

REMARQUE
Si une expression renferme plusieurs parenthèses, on utilise également des crochets [ ] pour rendre l'expression moins confuse et en faciliter la lecture. Les règles d'utilisation sont les mêmes.

Ainsi, pour éliminer les parenthèses de l'expression

$$5x - [2y + 4(x - y)],$$

on procède de la façon suivante :

$$\begin{aligned} 5x - [2y + 4(x - y)] &= 5x - [2y + 4x - 4y] \\ &= 5x - [4x - 2y] \\ &= 5x - 4x + 2y \\ &= x + 2y. \end{aligned}$$

Ajout de parenthèses

Lorsqu'on ajoute des parenthèses, c'est en général pour effectuer une **mise en évidence**, ce qui est l'inverse de la distributivité.

PROCÉDURE

Ajout de parenthèses

1. Lorsqu'on met en évidence un facteur positif, tous les termes à l'intérieur des parenthèses conservent le même signe qu'avant la mise en évidence.
2. Lorsqu'on met en évidence un facteur négatif, tous les termes à l'intérieur des parenthèses changent de signe.

EXEMPLE 1.1.6

Mettre en évidence le plus grand commun diviseur des termes de l'expression algébrique suivante

$$16x^3y^2 + 12x^3y^4 - 8x^2y^2.$$

Solution

On détermine d'abord le plus grand commun diviseur des termes du polynôme, soit $4x^2y^2$. Donc,

$$16x^3y^2 + 12x^3y^4 - 8x^2y^2 = 4x^2y^2(4x + 3xy^2 - 2).$$

Simplification d'expressions algébriques

Simplifier une fraction signifie la réduire à sa plus simple expression. Pour ce faire, on peut avoir à effectuer des opérations ou des mises en évidence et à appliquer les règles d'utilisation des exposants. Voici quelques exemples.

EXEMPLE 1.1.7

Simplifier les fractions algébriques suivantes :

a) $\dfrac{3ab^2 + 6ab}{6ab^3}$ b) $\dfrac{4x^2y + 6xy^3}{6xy^2 + 9y^4}$

Solution

a) Le plus grand commun diviseur des termes du numérateur est $3ab$. En mettant ce facteur en évidence, on obtient :

$$\frac{3ab^2 + 6ab}{6ab^3} = \frac{3ab(b+2)}{6ab^3}.$$

En simplifiant les facteurs communs au numérateur et au dénominateur, on obtient :

$$\frac{3ab^2 + 6ab}{6ab^3} = \frac{3ab(b+2)}{6ab^3} = \frac{b+2}{2b^2}.$$

b) Le plus grand commun diviseur des termes du numérateur est $2xy$ et le plus grand commun diviseur des termes du dénominateur est $3y^2$. En mettant ces facteurs en évidence, on obtient :

$$\frac{4x^2y + 6xy^3}{6xy^2 + 9y^4} = \frac{2xy(2x + 3y^2)}{3y^2(2x + 3y^2)}.$$

En simplifiant les facteurs communs au numérateur et au dénominateur, on obtient :

$$\frac{4x^2y + 6xy^3}{6xy^2 + 9y^4} = \frac{2xy(2x + 3y^2)}{3y^2(2x + 3y^2)} = \frac{2x}{3y}.$$

REMARQUE

Pour pouvoir simplifier une expression comportant une lettre apparaissant à la fois au numérateur et au dénominateur, il faut que la valeur numérique de cette lettre soit différente de 0 puisque le quotient 0/0 est indéterminé.

Opérations sur les fractions algébriques

Si on veut additionner ou soustraire des fractions, il faut d'abord procéder à une mise au même dénominateur. Ce dénominateur commun est le plus petit commun multiple des dénominateurs.

EXEMPLE 1.1.8

Effectuer les opérations suivantes :

a) $\dfrac{2}{15}+\dfrac{5}{12}+\dfrac{1}{10}$

b) $\dfrac{3}{4ab}+\dfrac{5c}{2ab^2}-\dfrac{7c}{6a^2b}$

Solution

a) En décomposant les dénominateurs en facteurs premiers, on a :

$$15 = 3 \times 5,$$
$$12 = 2^2 \times 3,$$
$$10 = 2 \times 5.$$

Le plus petit commun multiple est donc $2^2 \times 3 \times 5 = 60$.

Puisque 60 divisé par 15 donne 4, il faut multiplier le numérateur et le dénominateur de la première fraction par 4 pour que son dénominateur soit 60. De même, on multiplie le numérateur et le dénominateur de la deuxième fraction par 5, et ceux de la troisième fraction par 6,

$$\begin{aligned}\frac{2}{15}+\frac{5}{12}+\frac{1}{10} &= \frac{2\times 4}{15\times 4}+\frac{5\times 5}{12\times 5}+\frac{1\times 6}{10\times 6}\\ &= \frac{8}{60}+\frac{25}{60}+\frac{6}{60}=\frac{39}{60}=\frac{13}{20}.\end{aligned}$$

b) Le plus petit commun multiple est $4 \times 3 \times a^2 \times b^2 = 12a^2b^2$.

Pour que la première fraction ait ce dénominateur, il faut multiplier son numérateur et son dénominateur par $3ab$; on multiplie le numérateur et le dénominateur de la deuxième fraction par $6a$, et ceux de la troisième fraction par $2b$. On obtient ainsi :

$$\begin{aligned}\frac{3}{4ab}+\frac{5c}{2ab^2}-\frac{7c}{6a^2b} &= \frac{3\times 3ab}{4ab\times 3ab}+\frac{5c\times 6a}{2ab^2\times 6a}-\frac{7c\times 2b}{6a^2b\times 2b}\\ &= \frac{9ab}{12a^2b^2}+\frac{30ac}{12a^2b^2}-\frac{14bc}{12a^2b^2}\\ &= \frac{9ab+30ac-14bc}{12a^2b^2}.\end{aligned}$$

1.2 Exercices

1. Éliminer les parenthèses des expressions suivantes et effectuer les calculs ou opérations possibles :
   a) $2 - [4 + (2 - 3) - (5 + 6)]$
   b) $7 + [3 - (6 - 1) - (5 + 6)]$
   c) $x - [y + (x + y)]$
   d) $x - [y - (x + y)]$
   e) $2x - [3y + (x - 5y)]$
   f) $2xy - [3xy + (7 - 5xy)]$
   g) $-2(a + c) + 3[(b - c) + 3(c - a)]$
   h) $3(a - 2c) - 2[(b - c) + 2(c - a) - a]$
   i) $(4xy + 3x - 2) - (2xy - x + 2y - 3)$
   j) $-2x^2y(4xy + 2x^2y - x + 2)$

2. Dans les expressions suivantes, regrouper et mettre en évidence les termes en x de même puissance.
   a) $ax^2 + 7x^3 - 2a^2x^2 + 3bx - 6a^2x^3 + 5x$
   b) $6bx^2 - 2x^3 - a^2x^2 - 2ax + 6ax^3 + 7bx$

3. Simplifier les expressions suivantes sachant que $a \neq 0$ et $b \neq 0$.
   a) $\dfrac{3a^2b}{27ab^2}$ c) $\dfrac{36a^2b}{27a^5b^3}$
   b) $\dfrac{24a^4b^5}{18a^2b^2}$ d) $\dfrac{81a^2bc^3}{36ab^3}$

4. Mettre les fractions au même dénominateur et effectuer les opérations indiquées :
   a) $\dfrac{3}{8}+\dfrac{7}{12}-\dfrac{5}{9}$ f) $\dfrac{2x}{3}-\dfrac{3x}{2}+\dfrac{5x}{7}$
   b) $\dfrac{5}{2}+\dfrac{7}{3}-\dfrac{4}{8}$ g) $\dfrac{x}{3}-\dfrac{3}{x}$
   c) $\dfrac{11}{1}+\dfrac{7}{24}+\dfrac{9}{15}$ h) $\dfrac{2}{x}-\dfrac{3}{x^2}+\dfrac{4}{x^3}$
   d) $\dfrac{3}{a}-\dfrac{2}{b}+\dfrac{1}{c}$ i) $\dfrac{3}{x^2}-2-\dfrac{5}{x}$
   e) $\dfrac{c}{a^2b}-\dfrac{2a}{b^2c}+\dfrac{b}{ac}$ j) $\dfrac{8}{x^2y^2}-\dfrac{1}{2}$

5. Simplifier et évaluer les expressions suivantes à l'aide des règles d'utilisation des exposants. Exprimer les réponses à l'aide d'exposants positifs.
   a) $3^4 \times 3^{-2}$ i) $\left(\dfrac{2^{-3}}{3^{-2}}\right)^{-2}$
   b) $4^2 \times 2^{-3}$ j) $\left(\dfrac{a^{-3}}{a^2b^{-1}}\right)^{-1}$
   c) $5^4 \times 5^{-4}$ k) $\left(\dfrac{x^{-3}}{y^{-2}}\right)\left(\dfrac{x^2y^{-1}}{x^2+y}\right)$
   d) $(x^3y^2) \times (x^{-2}y^{-1})$ l) $\left(\dfrac{4^{-3}}{3^{-2}}\right)\left(\dfrac{x^2y^{-1}}{x^{-2}}\right)$
   e) $\dfrac{2^2}{5^{-1}}$ m) $(4x^2y^{-1})^{-1}(2x^3y^{-2})$
   f) $\dfrac{6^2}{2^3}$ n) $3^{-2}x^2(x^2y)^{-2}$
   g) $(3^{-2})^{-3}$ o) $a^{-2}x^2\,(b^2x)^{-2}$
   h) $\left(\dfrac{1}{x^{-1}}\right)^{-3}$ p) $a^{-n}x^{2n}(a^2x)^{-2}$

6. Calculer la valeur numérique des expressions suivantes pour les valeurs indiquées (sous forme de fraction simplifiée).
   a) $\dfrac{a^{-3}}{b^{-2}}$ pour $a = 2$ et $b = 4$
   b) $\dfrac{a^2b^{-1}}{c}$ pour $a = 3$, $b = 2$ et $c = 5$
   c) $(xy^{-2})^{-3}$ pour $x = 1/2$ et $y = 3/2$
   d) $(2x^2y^{-1})^{-1}$, pour $x = 5/3$ et $y = 2/9$

7. Utiliser les exposants pour simplifier les expression suivantes.
   a) $\sqrt{4}$ f) $\sqrt[3]{-729}$
   b) $\sqrt{-16}$ g) $\sqrt{a^2b^{-4}}$
   c) $\sqrt[3]{27}$ h) $\sqrt[3]{125a^{-3}}$
   d) $\sqrt[3]{-64}$ i) $\sqrt[3]{a^3b^{-6}}$
   e) $\sqrt[4]{16}$ j) $\sqrt[4]{a^4b^{-2}} \times \sqrt{a^2b}$

8. Simplifier et évaluer les expressions suivantes en utilisant les exposants fractionnaires.

a) $\sqrt[6]{x^3y^2}$

b) $\left(16^{-1}\right)^{1/4}$

c) $(243)^{-2/5}$

d) $\left(\dfrac{8}{27}\right)^{-1/3}$

e) $\left(\dfrac{27}{125}\right)^{-2/3}$

f) $\left(\dfrac{243}{32}\right)^{-2/5}$

g) $\left(\dfrac{9^3}{x^2}\right)^{-1/2}$

h) $\left(\dfrac{81x^2}{16}\right)^{-3/4}$

i) $\left(\dfrac{216x^3}{8y^6}\right)^{-2/3}$

j) $\left(\dfrac{a^{-3}b^6}{125}\right)^{1/3}$

k) $\left(\dfrac{a^2b^{-4}}{36}\right)^{1/2}$

l) $\left(\dfrac{12a^2}{25b}\right)^{1/2}$

9. Écrire les radicaux suivants sous leur forme la plus simple.

a) $\sqrt{72}$

b) $\sqrt{98}$

c) $\sqrt{196}$

d) $\sqrt{500}$

e) $\sqrt[3]{81a^3}$

f) $\sqrt[3]{27a^2b}$

g) $\sqrt[3]{-32a^4}$

h) $\sqrt[3]{54a^2b^{-1}}$

10. Effectuer les opérations demandées à l'aide des règles d'utilisation des exposants (sans calculatrice).

a) $\sqrt{12}+\sqrt{108}-\sqrt{75}$

b) $\sqrt{80}+\sqrt{5}-\sqrt{180}$

c) $3\sqrt{5}\times 4\sqrt{2}$

d) $3\sqrt{2x}\times 2\sqrt{3x}$

e) $x\sqrt{5}\times x^2\sqrt{2}$

f) $2\sqrt{5}\left(3\sqrt{2}-4\sqrt{3}\right)$

g) $\sqrt[3]{5a}\times\sqrt{2b}$

h) $a\sqrt{3}\times a\sqrt[3]{2}$

i) $\dfrac{a\sqrt{3}}{\sqrt{2}}+\dfrac{a\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$

j) $\dfrac{x\sqrt{3x}}{\sqrt{5x}}+\dfrac{\sqrt{2}}{\sqrt{5}}$

Réponses

Expressions algébriques

1. a) 10
 b) -6
 c) $-2y$
 d) $2x$
 e) $x+2y$
 f) $4xy-7$
 g) $-11a+3b+4c$
 h) $9a-2b-8c$
 i) $2xy+4x-2y+1$
 j) $-8x^3y^2-4x^4y^2+2x^3y-4x^2y$

2. a) $(7-6a^2)x^3+(1-2a)ax^2+(3b+5)x$
 b) $(6a-2)x^3+(6b-a^2)x^2+(7b-2a)x$

3. a) $a/(9b)$
 b) $4a^2b^3/3$
 c) $4/(3a^3b^2)$
 d) $9ac^3/(4b^2)$

4. a) $29/72$
 b) $13/3$
 c) $1\,427/120$
 d) $(3bc-2ac+ab)/abc$
 e) $(bc^2-2a^3+ab^3)/(a^2b^2c)$
 f) $-5x/42$
 g) $(x^2-9)/(3x)$
 h) $(2x^2-3x+4)/x^3$
 i) $(-2x^2-5x+3)/x^2$
 j) $(16-x^2y^2)/(2x^2y^2)$

Exposants et radicaux

5. a) 9
 b) 2
 c) 1
 d) xy
 e) 20
 f) $9/2$
 g) 729
 h) $1/x^3$
 i) $64/81$
 j) a^5/b
 k) $y/(x^3+xy)$
 l) $9x^4/(64y)$
 m) $x/2y$
 n) $1/(9x^2y^2)$
 o) $1/a^2b^4$
 p) x^{2n-2}/a^{n+4}

6. a) 2
 b) $9/10$
 c) $729/8$
 d) $1/25$

7. a) 2
 b) pas défini
 c) 3
 d) -4
 e) 2
 f) -9
 g) a/b^2
 h) $5/a$
 i) a/b^2
 j) a^2

8. a) $\sqrt{x}\sqrt[3]{y}$
b) 1/2
c) 1/9
d) 3/2
e) 25/9
f) 4/9
g) $x/27$
h) $8/(27x\sqrt{x})$
i) $y^4/(9x^2)$
j) $b^2/(5a)$
k) $a/(6b^2)$
l) $2\sqrt{3}a/(5\sqrt{b})$

9. a) $6\sqrt{2}$
b) $7\sqrt{2}$
c) 14
d) $10\sqrt{5}$
e) $3a\sqrt[3]{3}$
f) $3\sqrt[3]{a^2b}$
g) $-2a\sqrt[3]{4a}$
h) $3\sqrt[3]{2a^2/b}$

10. a) $3\sqrt{3}$
b) $-\sqrt{5}$
c) $12\sqrt{10}$
d) $6\sqrt{6}x$
e) $x^3\sqrt{10}$
f) $6\sqrt{10}-8\sqrt{15}$
g) $\sqrt[6]{200a^2b^3}$
h) $a^2\sqrt[6]{108}$
i) $5a\sqrt{6}/6$
j) $(x\sqrt{15}+\sqrt{10})/5$