Chapitre 1

Nombres complexes

1.1 Expressions d'un nombre complexe

1.1.1 Point de cours

Définitions et propriétés : il existe un ensemble noté $\mathbb{C}$, appelé **ensemble des nombres complexes**, qui possède les propriétés suivantes :

1. L'ensemble des nombres réels $\mathbb{R}$ est inclus dans $\mathbb{C}$.
2. L'addition et la multiplication des nombres réels se prolongent aux nombres complexes et les règles de calcul sont les mêmes.
3. Il existe un nombre complexe, noté i, tel que $i^2 = -1$.
4. Tout nombre complexe s'écrit de manière unique sous $a + ib$ avec a et b réels.

• L'écriture $z = a + ib$ avec a et b réels est la **forme algébrique** du nombre complexe z. a est la **partie réelle** de z, elle est notée $\Re e(z)$. b est la **partie imaginaire** de z, elle est notée $\Im m(z)$.
• Le nombre complexe $a - ib$ est appelé **conjugué de** z et noté $\overline{z}$.
• L'écriture : $z = r\cos\theta + ir\sin\theta$ est appelée **forme trigonométrique** de z, où $r = |z| = \sqrt{a^2 + b^2}$ désigne **le module** du nombre complexe z et θ désigne **un argument** de z : $\arg(z) = \theta[2\pi]$.
• L'écriture : $z = re^{i\theta}$ est appelée **forme exponentielle** de z.

1.1.2 Exercices d'application du cours

EXERCICE 1 **10 minutes**

Ecrire les expressions suivantes sous la forme algébrique :

1. $z = (2+5i) + (8+9i)$
2. $z = (9-3i) + (3+6i)$
3. $z = (2+5i) + (8i-9)$
4. $z = (2+5i) - (8+9i)$
5. $z = (-2-2i) - (3+4i)$
6. $z = (2+5i) - (8i-9)$
7. $z = (2+5i) + 3(8+9i)$
8. $z = 2(9-3i) + 5(3+6i)$
9. $z = 3(2-2i) - 2(3+4i)$
10. $z = 9(2+5i) - 5(8+9i)$
11. $z = (9-3i) - 3(3+6i)$
12. $z = -3(-2-2i) + (3+4i)$

EXERCICE 2 **5 minutes**

Déterminer le conjugué de chaque nombre complexe :

1. $z = 1 + i$
2. $z = -3 + 2i$
3. $z = \sqrt{3} - i$
4. $z = -3i$
5. $z = 2i(3 - 4i)$
6. $z = (2 - i)(1 + 2i)$
7. $z = -1 - i\sqrt{2}$
8. $z = 2$

EXERCICE 3 **15 minutes**

Ecrire les expressions suivantes sous leur forme algébrique :

1. $z = \dfrac{2+5i}{8+9i}$
2. $z = \dfrac{-2-2i}{3+4i}$
3. $z = \dfrac{\sqrt{2}+i\sqrt{2}}{\sqrt{2}-i\sqrt{2}}$
4. $z = \dfrac{\sqrt{3}-i}{1+i}$
5. $z = \dfrac{1+i}{1-i}$
6. $z = \dfrac{(2+5i)(8-9i)}{2i(3-2i)}$

EXERCICE 4 **10 minutes**

1. Calculer i^2, i^3, i^4 et i^5.
2. Calculer i^n en fonction de n.
3. En déduire l'expression algébrique de $Z = 2i^{2016} - 3i^{2019}$

EXERCICE 5 **10 minutes**

Déterminer le module des nombres complexes suivants :

1. $z = 1 + i$
2. $z = 1 - i$
3. $z = -1 + 3i$
4. $z = 4 - 3i$
5. $z = \sqrt{5}$
6. $z = 7i$
7. $z = 5i - 7$
8. $z = 6 + 8i$
9. $z = -3 - 6i$
10. $z = -i\sqrt{7}$
11. $z = -9$
12. $z = -\sqrt{19} - i\sqrt{6}$

EXERCICE 6 **10 minutes**

Démontrer les propriétés suivantes :

1. $|-z| = |z|$
2. $|z_1 \times z_2| = |z_1| \times |z_2|$
3. $\left|\dfrac{1}{z}\right| = \dfrac{1}{|z|}$
4. $|\overline{z}| = |z|$
5. $\left|\dfrac{z_1}{z_2}\right| = \dfrac{|z_1|}{|z_2|}$
6. $|z^n| = |z|^n$

EXERCICE 7 **10 minutes**

Déterminer le module des nombres complexes suivants :

1. $z = (1+i)(2-3i)$
2. $z = \dfrac{-1+3i}{2-3i}$
3. $z = (\sqrt{5}+i)^2$
4. $z = (5i-7)(2+7i)(2-i)$
5. $z = (6+8i)^2(8-6i)^3$
6. $z = \dfrac{-3-6i}{1+i}$

EXERCICE 8 **10 minutes**

Déterminer un argument des nombres complexes suivants :

1. $z = \dfrac{1}{2} + i\dfrac{\sqrt{3}}{2}$
2. $z = \dfrac{\sqrt{2}}{2} - i\dfrac{\sqrt{2}}{2}$
3. $z = -\dfrac{1}{2} + i\dfrac{\sqrt{3}}{2}$
4. $z = \sqrt{5}$
5. $z = 7i$
6. $z = -\dfrac{\sqrt{2}}{2} - i\dfrac{\sqrt{2}}{2}$
7. $z = \dfrac{1}{2} - i\dfrac{\sqrt{3}}{2}$
8. $z = -9$
9. $z = -2i$

EXERCICE 9 **10 minutes**

Démontrer les propriétés suivantes :

1. $\arg(-z) = \arg(z) + \pi$
2. $\arg\left(\frac{1}{z}\right) = -\arg(z)$
3. $\arg(z_1 \times z_2) = \arg(z_1) + \arg(z_2)$
4. $\arg(\bar{z}) = -\arg(z)$
5. $\arg\left(\frac{z_1}{z_2}\right) = \arg(z_1) - \arg(z_2)$
6. $\arg(z^n) = n\arg(z)$

EXERCICE 10 **10 minutes**

Déterminer un argument des nombres complexes suivants :

1. $z = \left(\frac{1}{2} + i\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^3$
2. $z = \left(\frac{\sqrt{2}}{2} - i\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^7$
3. $z = \left(-\frac{1}{2} + i\frac{\sqrt{3}}{2}\right)\left(-\frac{1}{2} - i\frac{\sqrt{3}}{2}\right)$
4. $z = \left(\sqrt{5}\right)^4$
5. $z = (7i)^2$
6. $z = \left(-\frac{\sqrt{2}}{2} - i\frac{\sqrt{2}}{2}\right)\left(\frac{1}{2} - i\frac{\sqrt{3}}{2}\right)$
7. $z = \left(\frac{\sqrt{2}}{2} + i\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^3$
8. $z = \left(-\frac{\sqrt{2}}{2} + i\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^6$
9. $z = (-9)^7$
10. $z = (-2i)^9$

EXERCICE 11 **15 minutes**

Déterminer le module et un argument des nombres complexes suivants :

1. $z = 1 + i\sqrt{3}$
2. $z = 2 - 2i$
3. $z = -\frac{1}{5} + i\frac{\sqrt{3}}{5}$
4. $z = -\frac{3}{2} - i\frac{3\sqrt{3}}{2}$
5. $z = \sqrt{2}$
6. $z = \frac{3i}{7}$
7. $z = -3\sqrt{2} - 3i\sqrt{2}$
8. $z = \frac{5}{3} - i\frac{5\sqrt{3}}{3}$
9. $z = \frac{\sqrt{6}}{2} + i\frac{\sqrt{6}}{2}$
10. $z = -\sqrt{5} + i\sqrt{5}$
11. $z = -\frac{\sqrt{3}}{2}$
12. $z = -2i$

EXERCICE 12 **15 minutes**

Ecrire les expressions suivantes sous la forme trigonométrique, puis sous la forme exponentielle :

1. $z = -2$
2. $z = 1 + i$
3. $z = 2\sqrt{3} - 2i$
4. $z = -\frac{1}{3}\left(1 - i\sqrt{3}\right)$
5. $z = -5i$
6. $z = i\sqrt{3}$
7. $z = \frac{\sqrt{2}}{5} + i\frac{\sqrt{2}}{5}$
8. $z = -4 + 4i$
9. $z = -5 - 5i$

EXERCICE 13 **15 minutes**

Ecrire les expressions suivantes sous la forme trigonométrique :

1. $z = -\frac{\sqrt{2}}{2} - i\frac{\sqrt{6}}{2}$
2. $z = -i\sqrt{5}$
3. $z = \sqrt{2}$
4. $z = e^{i\frac{\pi}{3}}$
5. $z = -2\left(\cos\left(\frac{\pi}{3}\right) + i\sin\left(\frac{\pi}{3}\right)\right)$
6. $z = -9$
7. $z = -2i$
8. $z = -3e^{i\frac{\pi}{6}}$
9. $z = -i\sqrt{3}\left(\cos\left(\frac{\pi}{6}\right) - i\sin\left(\frac{\pi}{6}\right)\right)$

EXERCICE 14 **10 minutes**

Ecrire les expressions suivantes sous la forme algébrique :

1. $z = 2\left(\cos\left(\frac{\pi}{4}\right) + i\sin\left(\frac{\pi}{4}\right)\right)$

2. $z = 6\left(\cos\left(\frac{5\pi}{6}\right) + i\sin\left(\frac{5\pi}{6}\right)\right)$

3. $z = 3e^{i\frac{2\pi}{3}}$

4. $z = \sqrt{2}e^{-\frac{3\pi}{4}}$

5. $z = \sqrt{5}\left(\cos\left(-\frac{2\pi}{3}\right) + i\sin\left(-\frac{2\pi}{3}\right)\right)$

6. $z = \frac{1}{2}\left(\cos\left(-\frac{\pi}{6}\right) + i\sin\left(-\frac{\pi}{6}\right)\right)$

7. $z = \sqrt{2}e^{i\frac{3\pi}{4}}$

8. $z = \sqrt{3}e^{-i\frac{5\pi}{6}}$

EXERCICE 15 **10 minutes**

Ecrire les expressions suivantes sous la forme exponentielle :

1. $z = i\left(3 + i\sqrt{3}\right)$

2. $z = -2\left(3 + i\sqrt{3}\right)$

3. $z = \sqrt{2}i\left(3 - i\sqrt{3}\right)$

4. $z = 2e^{i\frac{\pi}{4}} \times 3ie^{i\frac{\pi}{5}}$

5. $z = 2\left(\cos\left(\frac{\pi}{4}\right) + i\sin\left(\frac{\pi}{4}\right)\right)\left(\cos\left(\frac{-\pi}{3}\right) + i\sin\left(\frac{-\pi}{3}\right)\right)$

6. $z = -i\left(\cos\left(\frac{3\pi}{4}\right) + i\sin\left(\frac{3\pi}{4}\right)\right)\left(\cos\left(\frac{5\pi}{8}\right) + i\sin\left(\frac{5\pi}{8}\right)\right)$

7. $z = -2ie^{-i\frac{\pi}{5}} \times 3e^{i\frac{5\pi}{7}} \times \sqrt{3}e^{-i\pi}$

1.1.3 Exercices d'approfondissement

EXERCICE 16 **10 minutes**

Soit le nombre complexe $z = 1 + i\sqrt{3}$.
Donner la valeur exacte de $(z)^{2016}$ sous forme exponentielle puis sous forme algébrique.

EXERCICE 17 **10 minutes**

A tout point M d'affixe z du plan, on associe le point M' d'affixe z' par l'application f qui admet pour écriture complexe : $z' = \dfrac{(3+4\mathrm{i})z + 5\overline{z}}{6}$.

1. On considère les points A, B, C d'affixes respectives $z_{\mathrm{A}} = 1 + 2i$, $z_{\mathrm{B}} = 1$ et $z_C = 3i$.
Déterminer les affixes des points A′, B′, C′ images respectives de A, B, C par f.

2. On pose $z = x + iy$ (avec x et y réels).
Déterminer la partie réelle et la partie imaginaire de z' en fonction de x et y.

EXERCICE 18 **10 minutes**

On considère les points A, B et C d'affixes respectives $z_{\mathrm{A}}, z_{\mathrm{B}}$ et z_{C} où : $z_{\mathrm{A}} = 1 + 2i$, $z_{\mathrm{B}} = \overline{z_{\mathrm{A}}}$, et $z_{\mathrm{C}} = 1 + \sqrt{3} + i$.

Calculer $\dfrac{z_{\mathrm{B}} - z_{\mathrm{C}}}{z_{\mathrm{A}} - z_{\mathrm{C}}}$ et donner le résultat sous forme algébrique.

EXERCICE 19 **10 minutes**

On considère les points A et B d'affixes respectives : $z_{\mathrm{A}} = 1 - i$ et $z_{\mathrm{B}} = 2 + \sqrt{3} + i$.

1. Déterminer le module et un argument de z_{A}.

2. Ecrire $\dfrac{z_{\mathrm{B}}}{z_{\mathrm{A}}}$ sous forme algébrique.

3. Montrer que $\dfrac{z_{\mathrm{B}}}{z_{\mathrm{A}}} = \left(1 + \sqrt{3}\right)e^{i\frac{\pi}{3}}$. En déduire la forme exponentielle de z_{B}.

EXERCICE 20 **15 minutes**

On appelle f l'application qui à tout point, d'affixe $z \neq 0$, associe le point d'affixe z' définie par : $z' = z + i - \dfrac{1}{z}$.

On considère les points A et B d'affixes respectives $a = \mathrm{i}$ et $b = \mathrm{e}^{i\frac{\pi}{6}}$ et leurs images A′ et B′ par f d'affixes respectives a' et b'.

1. Calculer a' et b'.

2. Démontrer que $\dfrac{-b}{b'-b} = \dfrac{\sqrt{3}}{3}\mathrm{i}$.

3. Soit θ un réel. Démontrer que si $z = \mathrm{e}^{i\theta}$ alors $z' = (2\sin\theta + 1)\, i$.

EXERCICE 21 **15 minutes**

Soit les nombres complexes $z_1 = \mathrm{e}^{ia}$ et $z_2 = \mathrm{e}^{ib}$ (a et b réels).

1. Donner la forme trigonométrique des nombres complexes z_1 et z_2.

2. En utilisant les résultats de la question précédente, calculer $z_1 z_2$.

3. Déterminer la forme exponentielle de $z_1 z_2$, puis en déduire sa forme trigonométrique.

4. En utilisant les questions précédentes, retrouver les formules d'addition de cosinus et sinus.

EXERCICE 22 **15 minutes**

Soit le nombre complexe $z_1 = 3\left(\cos\dfrac{\pi}{6} + \mathrm{i}\sin\dfrac{\pi}{6}\right)$. On pose : $z_2 = \overline{z_1}$, où $\overline{z_1}$ désigne le nombre complexe conjugué de z_1, $z_3 = -z_1$, $z_4 = z_1\mathrm{e}^{\frac{2\mathrm{i}\pi}{3}}$.

1. Déterminer la forme algébrique des nombres complexe z_1, z_2 et z_3.

2. Déterminer le module et un argument des nombres complexes z_2 et z_3.

3. Montrer que $z_4 = 3\mathrm{e}^{\frac{5\mathrm{i}\pi}{6}}$.

4. En déduire le module et un argument du nombre complexe z_4.

5. Quelle est la forme algébrique de z_4 ?

EXERCICE 23 **15 minutes**

Soit les nombres complexes : $z_1 = \sqrt{2} + \mathrm{i}\sqrt{6}$, , $z_2 = 2 + 2\mathrm{i}$ et $Z = \dfrac{z_1}{z_2}$.

1. Ecrire Z sous forme algébrique.

2. Donner les modules et arguments de z_1, z_2 et Z.

3. En déduire $\cos\dfrac{\pi}{12}$ et $\sin\dfrac{\pi}{12}$.

4. Ecrire sous forme algébrique le nombre complexe Z^{2016}.

EXERCICE 24 **15 minutes**

On considère les trois nombres complexes suivants :

$$z_1 = \sqrt{2}\mathrm{e}^{\mathrm{i}\frac{\pi}{12}} \quad ; \quad z_2 = 1 - \mathrm{i} \quad ; \quad z_3 = \frac{z_1}{z_2}.$$

1. Ecrire z_2 sous forme exponentielle.

2. a. Ecrire z_3 sous forme exponentielle.

b. En déduire que $z_3 = \dfrac{1}{2} + \mathrm{i}\dfrac{\sqrt{3}}{2}$.

3. a. En remarquant que $z_1 = z_2 \times z_3$, donner l'écriture de z_1 sous forme algébrique.

b. En déduire les valeurs exactes de $\cos\dfrac{\pi}{12}$ et $\sin\dfrac{\pi}{12}$.

EXERCICE 25 **20 minutes**

On considère les points A, B et C d'affixes respectives z_{A}, z_{B}, et z_{C} définies par :
$z_{\mathrm{A}} = 2 + 2\mathrm{i}$, $z_{\mathrm{B}} = -2 + 2\mathrm{i}$, $z_{\mathrm{C}} = -\sqrt{3} + \mathrm{i}$, où i désigne le nombre complexe de module 1 et d'argument $\dfrac{\pi}{2}$.

1. Déterminer le module et un argument de chacun des nombres complexes z_{A}, z_{B} et z_{C}.

2. Calculer $|z_{\mathrm{A}} - z_{\mathrm{B}}|^2$ et $|z_{\mathrm{A}} - z_{\mathrm{C}}|^2$.

3. On considère la transformation $f(z) = ze^{-i\frac{\pi}{3}}$.

a. Soit $z'_A = f(z_A)$. Calculer sous forme exponentielle l'affixe z'_A.

b. Préciser le module et un argument de z'_A.

c. Déterminer la forme algébrique de z'_A.

d. Déduire des questions **b** et **c** les valeurs exactes de $\cos\left(-\dfrac{\pi}{12}\right)$ et $\sin\left(-\dfrac{\pi}{12}\right)$.

EXERCICE 26 **20 minutes**

On considère les nombres complexes suivants : $z_{\mathrm{A}} = \sqrt{2} + i\sqrt{6}$, et $z_{\mathrm{B}} = 2 - 2i$.

On pose $z = \dfrac{z_{\mathrm{A}}}{z_{\mathrm{B}}}$.

1. Ecrire z sous forme algébrique.

2. a. Calculer le module et un argument de z_{A} et de z_{B}.

b. En déduire le module et un argument de z.

c. Ecrire z sous forme trigonométrique.

3. Déduire des résultats obtenus aux questions précédentes les valeurs exactes de $\cos\dfrac{7\pi}{12}$ et de $\sin\dfrac{7\pi}{12}$.

EXERCICE 27 **20 minutes**

On considère les nombres complexes $z_{\mathrm{A}} = 5 - 5i$ et z_{B} de module égal à $5\sqrt{2}$ et d'argument égal à $-\dfrac{7\pi}{12}$, d'images respectives A et B.

1. Calculer le module et un argument de z_{A}.

2. Montrer par le calcul que $z_{\mathrm{B}} = z_{\mathrm{A}}\mathrm{e}^{-i\frac{\pi}{3}}$.

3. Exprimer $\mathrm{e}^{-i\frac{\pi}{3}}$ sous forme algébrique.

4. Calculer z_B sous forme algébrique.

5. En déduire les valeurs exactes de $\cos\left(\dfrac{-7\pi}{12}\right)$ et $\sin\left(\dfrac{-7\pi}{12}\right)$.

EXERCICE 28 **15 minutes**

On pose $z_0 = 2$ et, pour tout entier naturel n, $z_{n+1} = \dfrac{1+i}{2} z_n$.

1. Calculer z_1, z_2, z_3, z_4 et vérifier que z_4 est un nombre réel.

2. Pour tout entier naturel n, on pose $u_n = |z_n|$. Justifier que la suite (u_n) est une suite géométrique puis établir que, pour tout entier naturel n, $u_n = 2\left(\dfrac{1}{\sqrt{2}}\right)^n$.

3. A partir de quel rang n_0, $\left|z_{n_0}\right| < 0,1$?

4. Etablir que, pour tout entier naturel n, $\dfrac{z_{n+1} - z_n}{z_{n+1}} = \mathrm{i}$.

5. On note ℓ_n la longueur de la ligne brisée $A_0 A_1 A_2 \dots A_{n-1} A_n$. On a ainsi : $\ell_n = A_0 A_1 + A_1 A_2 + \dots + A_{n-1} A_n$. Exprimer ℓ_n, en fonction de n. Quelle est la limite de la suite (ℓ_n) ?

EXERCICE 29 **20 minutes**

Soient A, B et I les points d'affixes respectives $1+i$, $3-i$ et 2. A tout point M d'affixe z, on associe le point M' d'affixe z' telle que $z' = z^2 - 4z$. Le point M' est appelé l'image de M.

1. Calculer les affixes des points A' et B', images respectives des points A et B. Que remarque-t-on ?

2. Déterminer les points qui ont pour image le point d'affixe -5.

3. Vérifier que pour tout nombre complexe z, on a : $z' + 4 = (z-2)^2$.

4. En déduire une relation entre $\left|z'+4\right|$ et $|z-2|$ et, lorsque z est différent de 2, une relation entre $\arg\left(z'+4\right)$ et $\arg(z-2)$.

5. Soient E le point d'affixe $2 + 2\mathrm{e}^{i\frac{\pi}{3}}$, J le point d'affixe -4 et E' l'image de E.

- **a.** Calculer $z_E - z_I$, donner la forme exponentielle, puis la forme algébrique.
- **b.** Calculer $z_{E'} - z_J$, donner la forme algébrique puis la forme exponentielle.

EXERCICE 30 **20 minutes**

Partie A. Restitution organisée de connaissances

Prérequis : on rappelle les deux résultats suivants :

i. si z est un nombre complexe non nul, on a l'équivalence suivante :

$$\left\{\begin{array}{lcl} |z| & = & r \\ \arg z & = & \theta \text{ à } 2\pi \text{ près} \end{array}\right. \iff \left\{\begin{array}{lcl} z & = & r(\cos\theta + i\sin\theta) \\ r & > & 0 \end{array}\right.$$

ii. pour tous nombres réels a et b :

$$\left\{\begin{array}{lcl} \cos(a+b) & = & \cos a\cos b - \sin a\sin b \\ \sin(a+b) & = & \sin a\cos b + \sin b\cos a \end{array}\right.$$

Soient z_1 et z_2 deux nombres complexes non nuls. Démontrer les relations :

$$|z_1 z_2| = |z_1|\,|z_2| \text{ et } \arg(z_1 z_2) = \arg(z_1) + \arg(z_2) \text{ à } 2\pi \text{ près}$$

Partie B.
Pour chaque proposition, indiquer si elle est vraie ou fausse et justifier la réponse.

1. Si $z = -\frac{1}{2} + \frac{1}{2}i$, alors z^4 est un nombre réel.
2. Si $z + \overline{z} = 0$, alors $z = 0$.
3. Si $z + \frac{1}{z} = 0$, alors $z = i$ ou $z = -i$.
4. Si $|z| = 1$ et si $|z + z'| = 1$, alors $z' = 0$.

1.2 Equations du second degré

1.2.1 Point de cours

Propriété
Soit P le polynôme défini par $P(z) = az^2 + bz + c$, où a, b et$c$ sont des nombres réels et $a \neq 0$, (E) l'équation $P(z) = 0$ de discriminant $\Delta = b^2 - 4ac$.

Signe de Δ	Racines de P	Factorisation de P
$\Delta > 0$	$z_1 = \dfrac{-b-\sqrt{\Delta}}{2a}$, $z_2 = \dfrac{-b+\sqrt{\Delta}}{2a}$ racines réelles distinctes	$P(z) = a(z - z_1)(z - z_2)$
$\Delta = 0$	$z_0 = \dfrac{-b}{2a}$ racine double	$P(z) = a(z - z_0)^2$
$\Delta < 0$	$z_1 = \dfrac{-b - i\sqrt{\lvert\Delta\rvert}}{2a}$ et $z_2 = \dfrac{-b + i\sqrt{\lvert\Delta\rvert}}{2a}$ racines complexes conjuguées	$P(z) = a(z - z_1)(z - z_2)$

1.2.2 Exercices d'application du cours

EXERCICE 31 **10 minutes**
Résoudre dans $\mathbb{C}$ les équations suivantes (on donnera les solutions sous forme algébrique) :
1. $z + 2 - 3i = 0$.
2. $3z + 8i - 2 = 0$.
3. $3iz + \overline{z} = 2 + i$.
4. $2 - 3i - 2z = 0$.
5. $2iz + 2 = 0$.
6. $iz + 2 - 3i = 0$.
7. $3iz + 4 = 4z - 2i$.
8. $z + 2\overline{z} = 0$.
9. $2z - i\overline{z} = 3$.