الأستاذة : جلام جميلة	السنة الدراسية : 2024-2023	مذكرة رقم :32

ثانوية : محمد حسين بن زيان–واد الجمعة– **ميدان التعلم :** هندسة

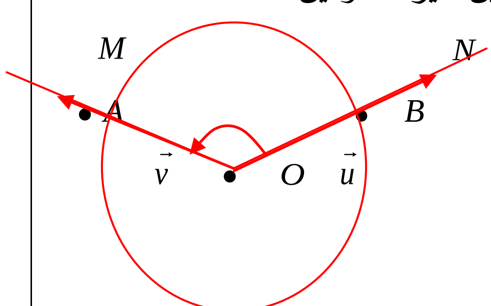
المستوى : السنة الثانية علوم تجريبية **المحور :** الزوايا الموجهة

المدة : 2ساعة **الموضوع :** زاويا موجهة

المكتسبات القبلية :

المكتسبات المستهدفة : التعرف على زاوية موجهة لشعاعين

المراجع : الكتاب المدرسي ، مراجع أنترنت ، المنهاج

المراحل	عناصر الدرس	المدة
مرحلة انطلاق بناء المفاهيم	نشاط 1-2 صفحة 210 **زاوية موجهة لشعاعين غير معدومين** تمهيد: – يوجه المستوي توجيها مباشرا(او توجيها موجبا) و يسمى الاتجاه الآخر الاتجاه غير المباشر (او الاتجاه السالب) -اصطلاحا نختار الاتجاه المباشر الاتجاه المعاكس لدوران عقارب الساعة -في المستوي الموجه نسمي دائرة مثلثية كل دائرة موجهة في الاتجاه المباشر و التي نصف قطرها 1 تعريف: في المستوي الموجه ليكن $\vec{u}$ و $\vec{v}$ شعاعين غير معدومين . الثنائية $(\vec{u};\vec{v})$تسمى زاوية موجهة للشعاعين $\vec{u}$ و $\vec{v}$ قيس زاوية موجهة لشعاعين في المستوي الموجه ليكن $\vec{u}$ و $\vec{v}$ شعاعين غير معدومين.  (C) هي الدائرة المثلثية التي مركزها O و لتكن M و N نقطتين من المستوي حيث $\overrightarrow{OM}=\vec{u}$ و $\overrightarrow{ON}=\vec{v}$. المستقيم (OM) يقطع (C) في A و المستقيم (ON) يقطع (C) في B. قيس الزاوية الموجهة $(\vec{u};\vec{v})$ بالراديان هو كذلك قيس للزاوية الموجهة $(\overrightarrow{OM};\overrightarrow{ON})$ بالراديان. تعريف: في المستوي الموجه ليكن $\vec{u}$ و $\vec{v}$ شعاعين غير معدومين. اذا كان x قيسا للزاوية الموجهة $(\vec{u};\vec{v})$ فان كل الاعداد من الشكل $x+2\pi k$ هي اقياس ايضا للزاوية $(\vec{u};\vec{v})$ حيث $k\in Z$	

خاصية: من بين اقياس الزاوية الموجهة $(\vec{u};\vec{v})$ يوجد قيس وحيد ينتمي الى المجال $]-\pi;\pi]$ يسمى القيس الرئيسي للزاوية الموجهة $(\vec{u};\vec{v})$

نتائج:_1) القيس الرئيسي للزاوية المعدومة $(\vec{u};\vec{v})$ هو 0

2) القيس الرئيسي للزاوية المستقيمة $(\vec{u};-\vec{u})$ هو π

3) القيس الرئيسي للزاوية القائمة المباشرة هو $\frac{\pi}{2}$

4) القيس الرئيسي للزاوية القائمة غيرالمباشرة هو $\frac{-\pi}{2}$

5) اذا كان x هو القيس الرئيسي للزاوية الموجهة $(\vec{u};\vec{v})$ فان $|x|$ هو قيس الزاوية الهندسية المكونة من $\vec{u}$ و $\vec{v}$

تمرين1:

اوجد القيس الرئيسي للزاوية الموجهة $(\vec{u};\vec{v})$ التي قيسها α في كل حالة :

1) $\alpha = 2007 rad$ 2) $\alpha = -\frac{189\pi}{4}$ 3) $\alpha = \frac{65\pi}{8}$

طريقة: إذا كان عدد حقيقي α قيس لزاوية موجهة $(\vec{u},\vec{v})$ فإنه يوجد عدد صحيح وحيد k حيث :

$-\pi < \alpha + 2k\pi \leq \pi$ يكفي إيجاد k إنطلاقا من هذا الحصر لإيجاد القيس الرئيسي لزاوية موجهة $(\vec{u},\vec{v})$

تمرين 27 ص288

خواص الزوايا الموجهة

1.الزوايا الموجهة المتقايسة:

خاصية: $\vec{u}$ و $\vec{v}$ و $\vec{u}'$ و $\vec{v}'$ اشعة غير معدومة من المستوي. ليكن α قيسا للزاوية الموجهة $(\vec{u};\vec{v})$ و α' قيسا للزاوية الموجهة $(\vec{u}';\vec{v}')$. تكون الزاويتان $(\vec{u};\vec{v})$ و $(\vec{u}';\vec{v}')$ متقايستان اذا وفقط اذا وجد عدد صحيح k بحيث: $\alpha' = \alpha + 2k\pi$

ملاحظات: 1) $\alpha' = \alpha + 2k\pi$ معناه $\alpha' - \alpha$ مضاعف لـ 2π

2) اذا كان $\alpha' = \alpha + 2k\pi$ نقول ان α و α' قيسان لنفس الزاوية او قيسان لزاويتين متقايستين

تطبيق: هل العددان $\frac{7\pi}{12}$ و $\frac{127\pi}{12}$ قيسان لنفس الزاوية ؟ هل $\frac{170\pi}{4}$ و $\frac{135\pi}{3}$ قيسان لنفس الزاوية ؟

الزاوية الموجهة و الارتباط الخطي لشعاعين

خاصية: $\vec{u}$ و $\vec{v}$ شعاعان غير معدومين من المستوي. يكون الشعاعين $\vec{u}$ و $\vec{v}$ مرتبطان خطيا اذا وفقط اذا كان $(\vec{u};\vec{v}) = 2k\pi$ او $(\vec{u};\vec{v}) = \pi + 2k\pi$ حيث k عدد صحيح

ملاحظة: - اذا كان $(\vec{u};\vec{v}) = 2k\pi$ يكون للشعاعين $\vec{u}$ و $\vec{v}$ نفس الاتجاه

- اذا كان $(\vec{u};\vec{v}) = \pi + 2k\pi$ يكون للشعاعين $\vec{u}$ و $\vec{v}$ اتجاهين متعاكسين

	علاقة شال: **مبرهنة:** من اجل كل ثلاثة اشعة غير معدومة: $\vec{u};\vec{v};\vec{w}$ لدينا: $(\vec{u};\vec{v})+(\vec{v};\vec{w})=(\vec{u};\vec{w})$ **نتائج:** من اجل كل شعاعين غير معدومين $\vec{u}$ و $\vec{v}$ لدينا: 1) $(\vec{v};\vec{u})=-(\vec{u};\vec{v})$ 2) $(\vec{u};-\vec{v})=(\vec{u};\vec{v})+\pi$ 3) $(-\vec{u};\vec{v})=(\vec{u};\vec{v})+\pi$ 4) $(-\vec{u};-\vec{v})=(\vec{u};\vec{v})$ **خاصية:** $\vec{u}$ و $\vec{v}$ شعاعان غير معدومين من المستوي. ليكن k و k' عددين حقيقيين غير معدومين . 1) اذا كان k و k' من نفس الاشارة فان: $(k\vec{u};k'\vec{v})=(\vec{u};\vec{v})$ 2) اذا كان k و k' من اشارتين مختلفتين فان $(k\vec{u};k'\vec{v})=(\vec{u};\vec{v})+\pi$ **تمرين(1):** $ABCD$ مربع غير مباشر من المستوي حيث $(\overrightarrow{AB},\overrightarrow{AD})=-\frac{\pi}{2}$. E نقطة خارج المربع $ABCD$ حيث ECD مثلث متقايس الأضلاع و لتكن النقطة F داخل المربع $ABCD$ حيث AFD مثلث متقايس الأضلاع 1) أثبت أن المثلث ABF متقايس الساقين . 2) عين قيسا للزاوية الموجهة $(\overrightarrow{FB},\overrightarrow{FA})$. 3) عين قيسا للزاوية الموجهة $(\overrightarrow{DE},\overrightarrow{DF})$. استنتج قيسا للزاوية الموجهة $(\overrightarrow{FD},\overrightarrow{FE})$. 4) عين قيسا للزاوية الموجهة $(\overrightarrow{FB},\overrightarrow{FE})$. 5) استنتج أن النقط E ، F و B على استقامة واحدة . **تمرين(2):** (C) دائرة مثلثية مرفقة بمعلم متعامد و متجانس $(O;\vec{i};\vec{j})$. A و B نقطتين من (C) حيث: $(\overrightarrow{OI};\overrightarrow{OA})=\frac{\pi}{6}$ و $(\overrightarrow{OI};\overrightarrow{OB})=\frac{3\pi}{4}$ و I و J نقطتا تقاطع (C) مع المحورين . عين قيسا للزوايا الموجهة : 1) $(\overrightarrow{OJ};\overrightarrow{OA})$ 2) $(\overrightarrow{OJ};\overrightarrow{OB})$ 3) $(\overrightarrow{OA};\overrightarrow{OB})$ تمرين 29ص 288 للحل تمرين 31 ص 288 منزلي .	تقويم

مذكرة رقم 33:	السنة الدراسية : 2023-2024	الأستاذة : جلام جميلة

ثانوية : محمد حسين بن زيان–واد الجمعة–   **ميدان التعلم :** هندسة

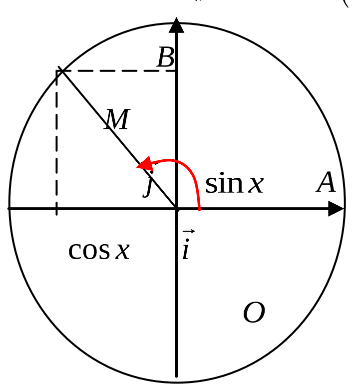
المستوى : السنة الثانية علوم تجريبية   **المحور :** الزوايا الموجهة

المدة : 2ساعة   **الموضوع :** جيب و جيب تمام زوايا مرفقة

المكتسبات القبلية : جيب و جيب تمام زوايا الموجهة

المكتسبات المستهدفة : توظيف دساتير التحويل المتعلقة بجيب تمام و جيب في حل مسائل المثلثية

المراجع : الكتاب المدرسي ، مراجع أنترنت ، المنهاج

المراحل	عناصر الدرس	المدة
مرحلة انطلاق	**نشاط 4 صفحة 211** **حساب المثلثات** **1. المعلم المتعامد و المتجانس** تعريف: * اذا كان $(\vec{i};\vec{j})=\frac{\pi}{2}$ نقول ان المعلم المتعامد و المتجانس $(O;\vec{i};\vec{j})$ من المستوي **مباشر** * اذا كان $(\vec{i};\vec{j})=-\frac{\pi}{2}$ نقول ان المعلم المتعامد و المتجانس $(O;\vec{i};\vec{j})$ من المستوي **غير مباشر**.	
بناء المفاهيم	**2. جيب و جيب تمام زاوية موجهة لشعاعين**  تعريف: (C) دائرة مثلثية مركزها O لتكن A و B نقطتين من (C) بحيث $(O;\overrightarrow{OA};\overrightarrow{QB})$ معلم متعامد و متجانس مباشر . نضع $\overrightarrow{OA}=\vec{i}$ و $\overrightarrow{OB}=\vec{j}$ – لكل عدد حقيقي x صورة M على الدائرة (C) حيث x قيس بالراديان للزاوية الموجهة $(\vec{i};\overrightarrow{OM})$ 1. جيب تمام العدد x هو فاصلة النقطة M و يرمز له بالرمز $\cos x$ 2. جيب العدد x هو ترتيب النقطة M و يرمز له بالرمز $\sin x$ 3. اذا كان x قيس بالراديان للزاوية الموجهة $(\vec{i};\overrightarrow{OM})$ فان كل عدد من الشكل $x+2\pi k$ حي $k\in Z$ هو كذلك قيس بالراديان للزاوية الموجهة $(\vec{i};\overrightarrow{OM})$. و منه x و $x+2\pi k$ لهما نفس الصورة M على الدائرة (C) و بالتالي:	

$k \in Z$ مع $\sin(x+2\pi k)=\sin x$ و $\cos(x+2\pi k)=\cos x$

4. نقول ان الداتين cosو sin دوريتين و 2π هو دور لهما

نتائج: من اجل كل عدد حقيقي x فان:

1) $-1 \le \cos x \le 1$ 2) $-1 \le \sin x \le 1$ 3) $\sin^2 x + \cos^2 x = 1$

جدول القيم الشهيرة:

x	0	$\frac{\pi}{6}$	$\frac{\pi}{4}$	$\frac{\pi}{3}$	$\frac{\pi}{2}$
$\sin x$	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1
$\cos x$	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$	0

تعريف:

1.جيب تمام زاوية موجهة $(\vec{u};\vec{v})$ هو جيب تمام احد اقياسها بالراديان و يرمز له بالرمز $\cos(\vec{u};\vec{v})$

2. جيب زاوية موجهة $(\vec{u};\vec{v})$ هو جيب احد اقياسها بالراديان و يرمز له بالرمز $\sin(\vec{u};\vec{v})$

تمرين (1):بدون استعمال الحاسبة عين القيم المضبوطة لكل من الاعداد التالية:

$\cos\left(\frac{14\pi}{3}\right)$ و $\sin\left(\frac{25\pi}{4}\right)$ و $\cos(-2007\pi)$ و $\sin\left(-\frac{17\pi}{4}\right)$

تمرين (2):

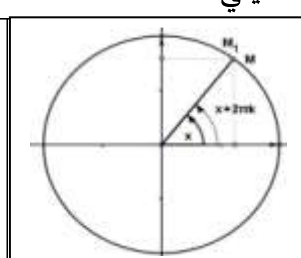
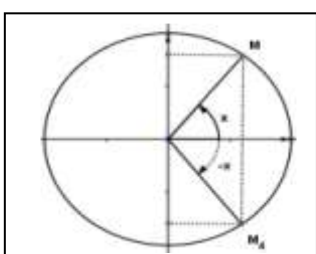
بدون استعمال الحاسبة عين القيمة المضبوطة لـ $\sin x$ اذا علمت ان: $\cos x = \frac{4}{5}$ و $0 < x < \frac{\pi}{2}$

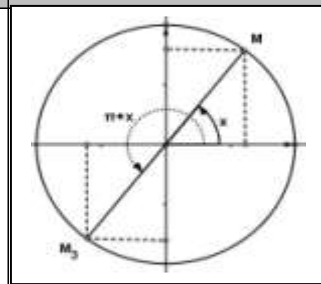
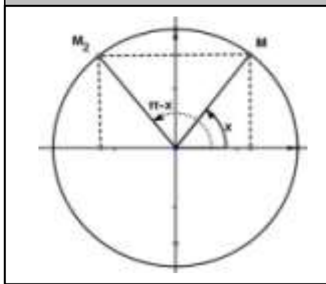
جيب تمام و جيب الزوايا المرفقة:

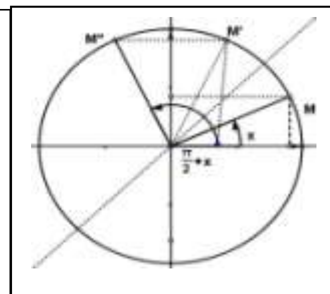
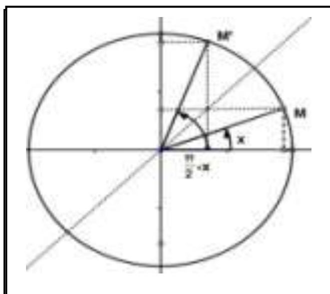
تعريف:نسمي الزوايا المرفقة بزاوية موجهة حيث x قيس لها، الزوايا الموجهة التي أحد أقياسها : $-x$،

$\pi - x$ ، $\pi + x$ ، $\frac{\pi}{2} - x$ ، $\frac{\pi}{2} + x$

مبرهنة : من أجل كل عدد حقيقي x:

M و M_1 متطابقتان و ذلك بعد عدة دورات k		M و M_4 متناظرتان بالنسبة إلى محور الفواصل	
$\begin{cases}\cos(2k\pi + x) = \cos(x) \\ \sin(2k\pi + x) = \sin(x)\end{cases}$		$\begin{cases}\cos(-x) = \cos(x) \\ \sin(-x) = -\sin(x)\end{cases}$	

M و M_3 متناظرتان بالنسبة إلى المبدأ 	M و M_2 متناظرتان بالنسبة إلى محور التراتيب 
$\begin{cases}\cos(\pi+x)=-\cos(x)\\ \sin(\pi+x)=-\sin(x)\end{cases}$	$\begin{cases}\cos(\pi-x)=-\cos(x)\\ \sin(\pi-x)=\sin(x)\end{cases}$

M' و M'' متناظرتان بالنسبة إلى محور التراتيب 	M و M'' متناظرتان بالنسبة إلى المنصف الأول 
$\begin{cases}\cos(\frac{\pi}{2}+x)=-\sin(x)\\ \sin(\frac{\pi}{2}+x)=\cos(x)\end{cases}$	$\begin{cases}\cos(\frac{\pi}{2}-x)=\sin(x)\\ \sin(\frac{\pi}{2}-x)=\cos(x)\end{cases}$

تمرين(1):

بسط العبارة التالية: $A=\sin(\pi+x)-2\cos(\frac{\pi}{2}+x)+\cos(\pi-x)+\sin(\frac{\pi}{2}+x)$

تمرين(2):

1) تحقق ان $\left(\frac{\sqrt{2}+\sqrt{6}}{4}\right)^2=\frac{\sqrt{3}+2}{4}$

2) علما ان $\cos\left(\frac{5\pi}{12}\right)=\frac{\sqrt{6}-\sqrt{2}}{4}$ عين القيمة المضبوطة لـ $\sin\left(\frac{5\pi}{12}\right)$

3) تحقق ان $\frac{\pi}{2}-\frac{5\pi}{12}=\frac{\pi}{12}$ ثم استنتج $\sin\left(\frac{\pi}{12}\right)$ و $\cos\left(\frac{\pi}{12}\right)$

تقويم

تمرين : من رقم 36 إلى رقم 41 صفحة 229

تمرين: من رقم 51 إلى رقم 53 صفحة 230

تمرين رقم 56+57 صفحة 230

مذكرة رقم :34	السنة الدراسية : 2023-2024	الأستاذة : جلام جميلة

ثانوية : محمد حسين بن زيان–واد الجمعة–   **ميدان التعلم :** هندسة

المستوى : السنة الثانية علوم تجريبية   **المحور :** الزوايا الموجهة

المدة : 2ساعة   **الموضوع :** حل المعادلات المثلثية

المكتسبات القبلية : جيب و جيب تمام زوايا الشهيرة

المكتسبات المستهدفة : القدرة على المعادلات المثلثية و مثيلها على الدائرة

المراجع : الكتاب المدرسي ، مراجع أنترنت ، المنهاج

المراحل	عناصر الدرس	المدة
مرحلة انطلاق **بناء المفاهيم**	تمهيد **المعادلات المثلثية** **1. الأعداد الحقيقية التي لها نفس الجيب و نفس جيب التمام** b , a عددين حقيقيين 1) $(\cos a=\cos b)$ معناه $(a=b+2\pi k)$ او $(a=-b+2\pi k)$ حيث $k\in Z$ 2) $(\sin a=\sin b)$ معناه $(a=b+2\pi k)$ او $(a=\pi-b+2\pi k)$ حيث $k\in Z$ **مثال** $\cos x=\cos\frac{\pi}{6}$ و منه $x=\frac{\pi}{6}+2k\pi$ أو $x=-\frac{\pi}{6}+2k\pi$ $\sin x=\sin\left(\frac{\pi}{6}\right)$ و منه $x=\frac{\pi}{6}+2k\pi$ أو $x=\pi-\frac{\pi}{6}+2k\pi$ و نستنتج $x=-\frac{\pi}{6}+2k\pi$ أو $x=\frac{5\pi}{6}+2k\pi$ **2. المعادلات المثلثية الاساسية** **المعادلات من الشكل:** $\cos x=a$ حيث a عدد حقيقي 1. اذا $a<-1$ او $a>1$ فان المعادلة لا تقبل حلول 2. اذا كان $-1\le a\le 1$ فانه يوجد عدد حقيقي c بحيث $a=\cos c$ و حلول المعادلة هي الاعداد الحقيقية من الشكل $x=c+2\pi k$ او $x=-c+2\pi k$ حيث $k\in Z$ **مثال** $\cos x=\frac{1}{2}$ ومنه $\cos x=\cos\frac{\pi}{3}$ و منه $x=\frac{\pi}{3}+2k\pi$ أو $x=-\frac{\pi}{3}+2k\pi$	

	المعادلات من الشكل: $\sin x = a$ حيث a عدد حقيقي 3. اذا $a < -1$ او $a > 1$ فان المعادلة لا تقبل حلول 4. اذا كان $-1 \le a \le 1$ فانه يوجد عدد حقيقي c بحيث $a = \cos c$ و حلول المعادلة هي الاعداد الحقيقية من الشكل $x = c + 2\pi k$ او $x = \pi - c + 2\pi k$ حيث $k \in Z$ **تمرين(1):** حل في R المعادلات التالية ذات المجهول x : 1) $\sin x = \frac{\sqrt{3}}{2}$ 2) $\cos x = \frac{1}{\sqrt{2}}$ مثل صور حلول كل معادلة على دائرة مثلثية **تمرين(2):** حل في R المعادلة التالية ذات المجهول x : $\cos x \sin^2 x + \cos x \sin x - 2\cos x = 0$ **حل المعادلات من الشكل** $\cos u = \sin v$ **تمرين:** حل في المجموعة $\mathbb{R}$ المعادلة ذات المجهول الحقيقي x : $\cos\left(x - \frac{\pi}{4}\right) = \sin\left(3x + \frac{\pi}{3}\right)$ ثم مثل الحلول على الدائرة المثلثية . **إرشادات للحل:** لحل معادلة من الشكل $\cos u = \sin v$ يجب تحويل sin إلى cos أو العكس علما أن: $\begin{cases} \cos\left(\frac{\pi}{2} + x\right) = -\sin x \\ \sin\left(\frac{\pi}{2} + x\right) = \cos x \end{cases}$ و $\begin{cases} \cos\left(\frac{\pi}{2} - x\right) = \sin x \\ \sin\left(\frac{\pi}{2} - x\right) = \cos x \end{cases}$ لتمثيل الحلول على الدائرة المثلثية نعتمد على أقياس الزوايا الشهيرة .نشير إلى أن القيم التي يأخذها k في العبارة $\frac{2k\pi}{n}$ هي من 0 إلى $n-1$ (k عدد صحيح و n عدد طبيعي غير معدوم تمرين 56.57 صفحة 230	تقويم

الأستاذة : جلام جميلة	السنة الدراسية : 2024-2023	مذكرة رقم :35

ثانوية : محمد حسين بن زيان–واد الجمعة– **ميدان التعلم :** هندسة

المستوى : السنة الثانية علوم تجريبية **المحور :** الزوايا الموجهة

المدة : 2ساعة **الموضوع :** حل متراجحات مثلثية

المكتسبات القبلية : جيب و جيب تمام زوايا الشهيرة

المكتسبات المستهدفة : القدرة على حل متراجحات المثلثية و تمثيلها

المراجع : الكتاب المدرسي ، مراجع أنترنت ، المنهاج

المراحل	عناصر الدرس	المدة
مرحلة انطلاق **بناء المفاهيم**	تمهيد **حل المتراجحات المثلثية:** **1. المتراجحات من الشكل: $\cos x < a$.** **تمرين:** في المجموعة $[0,2\pi[$ لتكن المتراجحة ذات المجهول الحقيقي x : $\cos x < a ...(1)$ (a عدد حقيقي) . 1) أثبت أنه إذا كان $a \leq -1$ فإن المتراجحة (1) ليس لها حلول في $[0,2\pi[$. 2) أثبت أنه إذا كان $a \geq 1$ فإن $[0,2\pi[$ هي مجموعة الحلول للمتراجحة (1). 3) أثبت أنه إذا كان $-1 < a < 1$ فإنه يوجد عددين متعاكسان α و β من المجال $[0,2\pi[$ حيث أن $\cos\alpha = \cos\beta = a$. نسمي M صورة α على الدائرة المثلثية و نسمي M' صورة β على الدائرة المثلثية ، أثبت أن M و M' متناظرتان بالنسبة إلى محور الفواصل. استنتج مجموعة نقط الدائرة المثلثية التي فواصلها أصغر من a . استنتج حلول المتراجحة (1) على المجال $[0,2\pi[$. **ملاحظة:** في المتراجحات من الشكل $\cos x \leq a$ الحالتان $a = -1$ و $a = 1$ تدرس على حدى . **تطبيق:** حل في المجموعة $[0,2\pi[$ المتراجحات ذات المجهول الحقيقي x ثم مثل الحلول على الدائرة المثلثية . في كل حالة من الحالات الآتية: 1) $2\cos x < 1$. 2) $\sqrt{2}\cos 3x + 2 \leq 0$. 3) $2\cos 2x - \sqrt{3} \geq 0$. 4) $\cos 4x - \frac{1}{2} > 0$. **2. المتراجحات من الشكل: $\sin x < b$.** **تمرين:** في المجموعة $]-\pi,\pi]$ لتكن المتراجحة ذات المجهول الحقيقي x : $\sin x < b ...(1)$ (b عدد حقيقي) . 1) أثبت أنه إذا كان $b \leq -1$ فإن المتراجحة (1) ليس لها حلول في $]-\pi,\pi]$.	

	2) أثبت أنه إذا كان $b \geq 1$ فإن $]-\pi,\pi]$ هي مجموعة الحلول للمتراجحة (1). 3) أثبت أنه إذا كان $-1<b<1$ فإنه يوجد عددان α و β من المجال $]-\pi,\pi]$ حيث أن $\sin\alpha=\sin\beta=b$ نسمي M صورة α على الدائرة المثلثية و نسمي M' صورة β على الدائرة المثلثية ، أثبت أن M و M' متناظران بالنسبة إلى محور التراتيب. استنتج مجموعة نقط الدائرة المثلثية التي تراتيبها أصغر من b . استنتج حلول المتراجحة (1) على المجال $]-\pi,\pi]$. **ملاحظة:** في المتراجحات من الشكل $\sin x \leq b$ الحالتين $b=-1$ و $b=1$ تدرس على حدى . **تطبيق:** حل في المجموعة $[0,2\pi[$ المعادلة ذات المجهول الحقيقي x ثم مثل الحلول على الدائرة المثلثية . في كل حالة من الحالات الآتية : 1) $\sin x < -\frac{1}{2}$. 2) $\sqrt{2}\sin 4x - 1 \leq 0$. 3) $2\sin 5x + \sqrt{3} \geq 0$. 4) $2\sin 4x - \sqrt{2} > 0$. **الحل** ① $\sin x < -\frac{1}{2}$ ومنه : $\sin x < -\sin\frac{\pi}{6} = \sin\frac{7\pi}{6}$ أي: $x \in]\frac{7\pi}{6}; 2\pi - \frac{\pi}{6} = \frac{11\pi}{6}[$ ومنه : $S_1 =]\frac{7\pi}{6}; \frac{11\pi}{6}[$ ② $\sqrt{2}\sin 4x - 1 \leq 0$ ومنه : $\sin 4x \leq \frac{\sqrt{2}}{2} = \sin\frac{\pi}{4}$ أي: $4x \in [0; \frac{\pi}{4}] \cup [\frac{3\pi}{4}; 2\pi]$ ومنه: $x \in [0; \frac{\pi}{16}] \cup [\frac{3\pi}{16}; \frac{\pi}{2}]$ ومنه: $S_2 \in [0; \frac{\pi}{16}] \cup [\frac{3\pi}{16}; \frac{\pi}{2}]$ ③ $2\sin 5x + \sqrt{3} \geq 0$ أي : $\sin 5x \geq -\frac{\sqrt{3}}{2} = -\frac{\pi}{3} = \frac{4\pi}{3}$ أي: $5x \in [0; \frac{4\pi}{3}] \cup [\frac{5\pi}{3}; 2\pi]$ و منه: $x \in [0; \frac{4\pi}{15}] \cup [\frac{\pi}{3}; \frac{2\pi}{5}]$ ومنه: $S_3 = [0; \frac{4\pi}{15}] \cup [\frac{\pi}{3}; \frac{2\pi}{5}]$ ④ $2\sin 4x - \sqrt{2} > 0$ ومنه : $\sin 4x > \frac{\sqrt{2}}{2} = \sin\frac{\pi}{4}$ أي : $4x \in]\frac{\pi}{4}; \frac{3\pi}{4}[$ ومنه: $x \in]\frac{\pi}{16}; \frac{3\pi}{16}[$ ومنه: $S_4 =]\frac{\pi}{16}; \frac{3\pi}{16}[$	تقويم