الفهـــرس

مقدمة:.....

الباب الأول: تمهيد:.....

(1) الكمون النّيوتني:.....

بعض الملاحظات التمهيدية حول طابع المعادلات المدرسة في هذا الدّرس. ملاحظات تاريخية حول أعمال لابلاس التي قادته الى معادلة كمون الجاذبية. كمون توزيع الكتل (أو الشّحنات) المستمرّ الكمون مستمرّ وقابل للاشتقاق مع استمرار مشتقّة. الكمون يحقّق معادلة بواسون و يتناقص فيما لا نهاية.

(2) مسألة ديركليت لمعادلة لابلاس في القرص:.....

مبدأ الذروة للدّوال التوافقية ونظريّة الوحدانية للكمون النيوتني المتناقص فيما لا نهاية. مفهوم الكمون اللّوغاريتمي في المستوى. التوابع التّحليليّة والتوافقيّة ذات متغيّرين. بعض الحلول الخاصيّة لمعادلة لابلاس و استنتاج كشفي لدستور بواسون الذي يعيّن تابعًا توافقيًا في القرص حسب قيمه الحدّيّة. الأشكال الكتابية المختلفة لهذا الدّستور وبعض خصائص النّواة. برهان دستور بواسون الذي يعطي حل معادلة لابلاس. طرح مسألة ديركليت. نظريّة وحدانية حلّ مسألة ديركليت. وجود الحلّ ناتج عن برهان دستور بواسون.

(3) معادلة الحرارة:.....

استنتاج معادلة الحرارة. مسألة ديركليت بصفتها مسألة تعيين التّوزيع المستقر لدرجة الحرارة استنادًا الى درجة ذات بعد واحد. مبدأ الذروة بالنسبة لمعادلة الحرارة في مختلف الفرضيات المتعلقة بالحل وبالتابع الابتدائي.

(4) معادلة الحرارة (تابع).....

دستور بواسون من أجل معادلة الحرارة وتبريره. الحلّ بواسطة تكامل بواسون للمسألة الأكثر بساطة لمعادلة الحرارة في قطعة مستقيمة منتهيّة. استنتاج كشفي غير دقيق للصّيغة التكامليّة من أجل حلّ معادلة الحرارة. أمثلة حلول خاصّة لمعادلات الخطيّة وغير الخطية.

(5) المعادلات الزائدية:.....

أمثلة بسيطة لمعادلات ذات مشتقات جزئية زائدية:

$\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial u}{\partial x} = 0$ ،معادلات للأمواج الصّوتية والكهرومغناطيسية.

مسألة كوشي من أجل هذه المعادلات وحلّها بواسطة المميّزات. المعادلة الزائدية من الرّتبة الثانية.

دستور دالمبار (d'Alembeart). تكامل الطّاقة للأمواج الصّوتية. برهان وحدانيّة الحلّ باستعمال تكامل الطّاقة من أجل معادلات ماكسوال (Maxwell) ذات البعد الواحد. مخطط استنتاج معادلات ماكسوال.

(6) المميّزات:.....

تعريف المميّزات من أجل جملة من معادلات ذات الرّتبة الأولى ومتغيّرين مستقلّين. علاقات على المميّزات.

مميّزات معادلات كوشي ــ ريمان ــ تعريف المميزات في حالة عدد كبير من المتغيّرات المستقلة. تعريف الجملة t ــ الزائدية من الرتبة الأولى. الجمل t ــ الزائدية التناظرية ذات الرّتبة الأولى. مثال لمعادلات الأمواج الصّوتية. صمود مفهوم المميّزة بالنسبة للتحويلات غير المنحلة للتوابع المجهولة، وبالنسبة بتعويض المعادلات بعبارات خطيّة مكافئة لها. مخروط النّواظم المميّزة. تعريف المميّزات لمعادلة من الرتبة الثانية. طرح مسألة كوشي لمثل هذه المعادلة. أمثلة. تعريف الجملة النّاقصية والمعادلة النّاقصيّة.

(7) طريقة فوريي:.....

مخطط طريقة فوريي من أجل معادلة لابلاس و مشروعيّتها. طريقة فوريي من أجل الجملة الزائديّة المشكلة من معادلات الصّوت. تمثيل الحلول بمجموع من أمواج مستقرّة. نص مستعار من الباب التمهيدي من كتاب ريمان المخصّص لتاريخ طريقة فوريي. تعامد الأشعة التوابع الذّاتية وحساب معاملات فوريي.

(8) تصحيح:.....

العلاقة بين جذور المعادلة المميزة وخصائص الأمواج القصيرة. مثال هدمار. مفهوم المسائل المطرحة طرحا صحيحًا والمطروحة طرحًا غير صحيح.

مسألة غير صحيحة من أجل معادلة الحرارة. ملاحظات حول غرض درس معادلات الفيزياء الرّياضية.

الباب الثاني: المعادلات الزائديّة.....

(9) تكامل الطّاقــة:.....

تسبيط جملة زائدية ذات متغيرين مستقلّين، في جوار نقطة، الى الشكل القانوني صوامد ريمان. هذه الصوامد غير معيّنة بوحدانية. الشكل القانوني حالة خاصة لجملة متناظرة بمفهوم فريدريكس. متطابقة «تكامل الطّاقة» من أجل الحلول المصقولة للجمل t — الزائدية المتناظرة، مثال: قانون حفظ الطّاقة من أجل المعادلات الصّوتية. نتيجة متعلّقة بمتراجحة تكامليّة.

(10) نظرية الوحدانية وتقييم حلول الجمل الزائدية:.....

استخدام تكامل الطاقة لتقييم حلول الجمل الزائدية المتناظرة. تجرى التقييمات في ميدان من نصف المستوى $t > 0$، المحدّد من الأعلى بسطح «طاقيّة» نعلم أنّ تكامل الطاقة فيه غير سالب. التأكّد من هذا الشّرط غير موضّح هنا بشكل صريح. نظريّات الوحدانية من أجل الميادين المتصوّرة. استنتاج تقييمات من أجل المشتقات بتطبيق التّقنية المدروسة لدى الجمل الموسّعة والمتضمّنة للمعادلات المشكلة من المشتقات التي يراد تقييمها. منهج خاص للتّوسيع بإدراج المعادلات المشكّلة من المشتقات بالنسبة لِـt فقط.

(11) شرط عدم سالبيّة الشّكل التّربيعي الملحق بتكامل الطاقة....

مخروط الأشعّة المرتبطة بالأشكال التّربيعية المعرّفة غير السّالبة التي يتمتّع بها تكامل الطّاقة. تحدّبه. طريقة من أجل حساب حافة هذا المخروط. المتراجحة:

$\tau + H(\xi, \eta) \geqslant 0$ وتعريف $H_{\cdot}(\xi, \eta)$. التّجانس والمساواة الناجمة عن ذلك: $\xi H_{\xi} + \eta H_{\eta} = H$. أمثلة: جملة زائديّة، ذات متغيّرين مستقلين x, t، تحت شكل قانوني ومعادلات نظريّة المرونة. ملاحظة حول الحالة التي تكون فيها المعاملات متغيّرة.

(12) معادلة هاميلتون — جاكوبي:.....

متراجحة ومساواة هاميلتون — جاكوبي. وصف مختصر لطريقة مكاملة هذه المعادلة. المميّزات الثنائية ومعادلات هاميلتون لبنائها. مخروط النّواظم المميّزة من أجل معادلات الصّوت ومعادلة هامليتون — جاكوبي بالنّسبة لهذه الجملة. وصف ميادين وحدانية الجملة. مخروط المميّزات ومخروط النواظم. مثال: معادلات الصّوت.

(13) طرح المسألة المختلطة للجملة الزائدية.....

دراسة وضعية الشروط التي ينبغي أن تعطى على هذه الحافة أو تلك حتى يكون للمسألة حلّ وحيد. شروط توافُق المعطيات الابتدائية والشروط الحدّيّة (من خلال مثال). عدد الشروط التي ينبغي أن تعطى على هذه الحافة أو تلك حتى يكون للمسألة حلّ

وحيد. شروط توافُقِ المعطيات الابتدائية والشروط الحدّيّة (من خلال مثال). الشّروط النهائية المبدّدة. بإمكان تبسيط جملة زائديّة الى الشّكل القانوني بالكيفية التي تجعل الشّروط الحدّيّة تصير مبدّدة.

(14) نظرية وحدانية حل المسألة المختلطة.....

طرح المسألة المزدوجة مع الشروط الحدّيّة المبدّدة:.....

تقييم الحل ونظرية الوحدانية، توسيع جملة المعادلات والشروط الحدية للمسألة. استنتاج تقييمات المشتقات لمحة. عن تقييمات الحلول للجمل الزائدية المتناظرة بشروط توافق المعطيات الابتدائية والشّروط الحدّيّة. الارتباط المستمرّ للحلول بالنسبة لشروط المسألة. مفاهيم المسائل العكوسة (أو القابلة للعكس). أمثلة على دراسة طروح الشّروط الحدّيّة للجمل الزّائدية.

(15) تقييم حلول المعادلات ذات الفروق من أجل المسألة المختلطة:

المخطط ذو الفروق لحلّ المسألة المختلطة من أجل الجملة الزائدية. تقييم حلول المعادلات ذات الفروق في حالة شروط حدّيّة مبدّدة. ينبغي على المعطيات الابتدائية أن تحقق الشروط الحدّيّة.

(16) تراص حلول المعادلات ذات الفروق:.....

تكملة استخلاص تقييمات حلول المعادلات ذات الفروق. تقييم النّسب ذات الفروق. المتراجحات التكاملية الضّامنة تساوي الاستمرار للتوزيع في مستطيل. نظرية أرزيلا حول التّراص.

غ ــ اعتلاج.

(17) نظرية وجود حلّ المسألة المزدوجة:.....

يبدأ برهان نظرية وجود حلّ جملة زائديّة بوصف لتمديد التّوابع الشّبكية الى المستطيل بأكمله. تقييمات هذه التّمديدات أو «الاستقطابات» كنتائج لتقييمات التوابع الشّبكية. التحقق من الشروط الابتدائية والحدّية للتّوابع النّهاويّة. برهان القابلية للاشتقاق للتوابع النهاوية. صياغة المسألة، الانتقال الى النهاية في المعادلات ذات الفروق. نظريّة الوجود. المتراجحات المستخلصة، أثناء ذلك، للحلول ولمشتقاتها. بعض الملاحظات من أجل نظرية الوجود والوحدانية للمسألة المختلطة في الجملة الزائدية:

1 ــ الاعراض عن التّبديد لدى الشّروط الحدّيّة.

2 ــ الحالة التي تكون فيها المعاملات مستقلّة عن الزمن.

3 ــ نظرية وجود الحلّ للمسألة الكوشيّة في المثلث المميّز.

(18) معادلة الأمواج. دستور كيرتشوف:.....

المسألة الكوشية ونظرية الوحدانية لمعادلة الأمواج. دستور لحلّ المسألة الكوشية في حالة متغيّر فضائي واحد. استنباط دستور كيرتشوف للحلّ في حالة ثلاثة متغيّرات فضائية. برهان هذا الدّستور. منهج النزول واستنباط دستور بواسون لحلّ معادلة الأمواج ذات بعدين. ملّخص الدّساتير بالنسبة للفضاءات ذات بعد واحد، وذات بعدين، وكذا ذات ثلاثة أبعاد. الجبهات الأماميّة والخلفية المباغتة التي تسبّب فيها اضطراب في ميدان محدود. وضع آخر في حالتي بعد واحد وبعدين. بث الأمواج.

الموجة الصّوتية ذات تناظر كروّي. الصّقالة اللاّزمة للمعطيات الابتدائية. الكمونات المؤخرة.

(19) الحلول المعمّمة:.....

الحلّ المعمّم للمعادلات الصّوتيّة. علاقة تعريف الحلّ المعمّم بقوانين الحفظ. مفهوم الحلّ المعمّم للمعادلة الزائديّة الأكثر بساطة: $\frac{\partial u}{\partial t}+\frac{\partial u}{\partial x}=0$. الحلّ المعمّم على أساس أنه نهاية لحلول مصقولة. تعريف. س.سوبولاف. تكافؤ هذا التّعريف مع التّعريف التقليدي للحلول المصقولة. التّعريف الأكثر دقّة. نظريّة الوحدانيّة. نظرية الوجود.

الباب الثالث: معادلات لابلاس:.....

(20) خصائص التّوابع التوافقية:.....

صمود معادلة لابلاس وتكامل ديركليت إزاء التحويلات الامتثالية للمستوي. استنباط جديد لدستور بواسون من أجل حل مسألة ديركليت في القرص، وهو الاستنباط الذي يستخدم الصّمود المذكو . نظريتان على المتوسط الحسابي من أجل التّوابع التوافقية. نتيجة: تقييم تابع توافقي عند مركز قرص بواسطة تكامل مربعه. التقارب بالمتوسّط لمتتاليّة من توابع توافقيّة يستلزم التقارب المنتظم في فضاء جزئي معيّن. حلّ مسألة ديركليت في قرص قابل للاشتقاق مالا نهاية من المرّات عند جميع النّقاط الداخليّة. تقييم مشتقّاته عند مركز القرص. نظريّة هارناك حول

التّقارب المنتظم وحول توافقيّة النّهاية. تقارب المشتقات عند النّقاط الدّاخلية. متراجحة هارناك من أجل التّوابع التوافقيّة غير السّالبة. نظريّة ليوفيل. مبدأ الذّروة المدعّم. نظرية الحاد الأعلى المتقطع. الشواذ القابلة للازالة.

(21) مبدأ ديركليت **التعيريّ**.....

صيغة لحساب تكامل ديركليت لتابع توافقي في قرص استنادًا الى معاملات فوريي للقيم الحدّيّة. مثال تابع توافقي مستمرّ في قرص ومتمتع بتكامل ديركليتيّ غير منته. متراجحة من أجل تكاملي ديركليت لتابعين يأخذان نفس القيم على حافّة قرص، مع كون أحد التّابعين توافقيّا. مثال هدمار لتابع مستمرّ على حافة قرص وغير متمتّع بتمديد الى الداخلية بتكامل ديركليتي منته. الطريقة التغيّرية لحل مسألة ديركليت. بعض الملاحظات التاريخية. مثال لمسألة تغيّريّة غير قابلة للحلّ. وحدانية التابع القصوى. مبدأ ديركليت من أجل القرص ومن أجل الميادين الأكثر بساطة التي تستخلص من القرص بتحويلات إمتثاليّة.

(22) طريقة شفارتز:.....

طريقة شفارتز المتناوبة لبرهان وجود حلّ المسألة الديركليتية من أجل ميادين مركّبة. مقياس شفارتز. عرض النّظريّة وبرهانها. استخدام طريقة شفارتز لبرهان مبدإ ديركليت. مثال استنباط نظريّة وجود حلّ المسألة الديركليتية ومبدإ ديركليت في مضلّع غير مترابط ببساطة. اختبار مقياس شفارتز بواسطة «شرط

الهلاليّة» الهندسيّة. مخطط برهان مبدإ ديركليت وقابلية المسألة الدّيركليتية للحلّ من أجل ميادين مضلّعيّة كيفيّة.

(23) برهان مبدإ ديركليت:.....

القيود المفروضة على الميدان وعلى التّوابع. توطئة متعلّقة بسلوك التّوابع المقبولة عند جوار الحافّة و (توطئة 2) تقييم تكامل مربّع تابع ينعدم على الحافّة استنادًا الى تكامله الدّيركليتي. انشاء متتالية خاصّة مصغرة ودراسة خصائصها. الانتقال الى النّهاية المبرّر لمبدإ ديركليت.

(24) مسألة هيلبرت من أجل معادلات كوشي ــ ريمان في قرص: طرح المسألة وأمثلة. دليل الشّرط الحدّي. صقل الشّرط الحدّي في مسألة هيلبرت. نظريّة وجود الحلّ في الحالة التي يكون فيها دليل الشرط الحدّي غير سالب. دراسة عدم الوحدانية عندما يكون دليل الشروط الحدّيّة موجبا أو معدوما. الوحدانية وشروط القابلية للحلّ لما يكون الدّليل سالبا. مسألة بمشتق مائل وتبسيطها الى مسألة هيلبرت. مسألة نومان. دليل المسألة و دليل الشّروط الحدّيّة. مفهوم الدّليل من أجل جملة معادلات جبريّة خطيّة.

(25) المسائل غير الصّحيحة:.....

النّظر في امكانية حل مسائل غير صحيحة من خلال مثال مسألة كوشي من أجل الحلول الدّورية لمعادلة لابلاس. نشر هذه الحلول وفق سلاسل فوريّية. التوابع المحدّبة لوغاريتميّا والحصول بواسطة هذه التّوابع على متراجحات من أجل التوابع التحليلية.

التّصحيح الاصطلاحي في صفّ الحلول المحدودة. صقل التقريبات من أجل المعطيات الابتدائية والبحث عن الحلّ المحدود بثابت معروف لمسألة غير صحيحة.

الباب الرّابع: تحويل لابلاس وطريقة فوريي من أجل الجمل الزائديّة:

(26) جمل معادلات تفاضلية:.....

دراسة الدّساتير من أجل حلّ جمل المعادلات التفاضلية ذات معاملات ثابتة بواسطة اعتبارات سوف تسخّر لمشروعيّة طريقة فوريي. تكامل دوهامل وتحويل لابلاس. مميّزة السّعة ــ التّردد. صياغة نظريّة القلب لتحويل لابلاس وتطبيقها على تمثيل الحلّ على شكل مجموع لتوابع أسيّة.

(27) نظريّة قلب تحويل لابلاس.....

عرض نظريّات قلب تحويل لابلاس وتعميمه على التوابع التي تتزايد (باتّزان). التّوطئات الثلاث الأولى و نتائجها تؤدّي الى متطابقة هامّة تشتمل على تكامل مثلّثي. يدرس الباقي الوارد في هذه المتطابقة. نهاية برهان النّظريّة

(28) تحويل لابلاس بالنّسبة لحلول جملة زائديّة:.....

وصف طرح المسائل المزدوجة العكوسة من أجل جملة زائدية. وجود الحلول وتقييماتها سبقت دراستها في الفصل (17). محوّلة لابلاس $v_j(x,\lambda)$ للحلّ من أجل عناصر $\operatorname{Re}\lambda$ كبيرة بقدر كاف. تحليليّتها معادلات تفاضلية عاديّة محقّقة من قبل المحوّلة. تقييمات. استخدام القابلية للعكس. عرض مخطّط الدراسة المقبلة. خصائص

التّابع $v_i(x, \lambda)$ الأساسية التي ستبرهن في الفصول الآتية، والحصول، من أجل هذه الخصائص، على دستور القلب المشتمل على تكامل مأخوذ على محيط مغلق.

(29) سلوك حلول المعادلات التفاضلية العاديّة التقاربي.....

الدساتير التقاربية (وفق λ)لحلّ مسألة كوشي من أجل المعادلات التفاضلية العادية المرتبطة بتحويل لابلاس. تستنبط هذه الدساتير من التمثيلات الصّريحة لحلول جملة مشتملة على معادلتين مستقلتين.

إنّ التوطئات التّالية تقود تدريجيًا الى طابع معقّد تصاعديّا لتسلسل المعادلات.

(30) توابع المسألة الحدّيّة الذّاتية.....

الدّراسة، في الشريط ثابت، $|\operatorname{Re}\lambda| < \ldots$ ، لتوابع تحليليّة وفق λ تتعلّق بالوسيط x . هذه التوابع تحقّق معادلات تفاضلية عاديّة وفق x وتحقّق شروطا حدّيّة. استنتاج دساتير تقاربية من أجل حلّ المسألة الحدّيّة انطلاقًا من دساتير حلّ المسألة الكوشيّة المحصّل عليها في الفصل السّابق. التّابع $D(\lambda)$. أصفاره هي القيم الذّاتية للجملة. ليس لـ $D(\lambda)$ أصفار خارج الشّريط: $|\operatorname{Re}\lambda| \leqslant K$.

سلوك أصفار $D(\lambda)$ التقاربي. التمديد التّحليليّ لتحويل لابلاس لحلّ جملة زائدية في المستوى العقدي كلّه مع أقطاب عند أصفار $D(\lambda)$.

(31) تماميّة جملة توابع ذاتية:.....

تذكير بالحقائق المبرهنة في الفصول السّابقة حول التوابع $v_i(x, \lambda)$ التحليلية وفق λ ، وحول التمثيل التقريبي لحلّ المسألة المزدوجة بتكامل محيطي. حساب مختلف الرّواسب. إنّ الحلّ مقترب منه بمجموع عدد منته من «أمواج مستقرّة». تعديلات في حالة الاقطاب المضاعفة. ملاحظة حول امكانية مدّ النظريّة الى جمل غير مبسّطة الى الشكل القانوني. نظرية تماميّة التوابع الذّاتية. أمثلة تبيّن أهمية معكوسيّة المسألة المتعلقة بتطبيق طريقة فوريي.

(32) سلسلة فوريي لجملة حفظيّة.....

المسألة الزائديّة الحفظية لجملة من معادلتين. تكامل الطّاقة للحلول الحقيقيّة والعقديّة. الفضاءات الاقليدية المولّدة بالأشعة التّوابع الذّاتية. واحديّة التّحويل المرتبط بانسحاب الزّمن. خصائص التحويلات الواحديّة. الاستنتاج، انطلاقا من هذه الخصائص، لتعامد التّوابع الذّاتية وبرهان كون العناصر λ_k تخيّليّة صرفة. استخدام التّعامد حين مقاربة المعطيات الابتدائية بأمواج مستقرة. دستور من أجل المعاملات في نشر الحلّ وفق سلسلة فوريّة. مثال.

(33) الجمل الهيرميتة من الرّتبة الثانية:.....

تبسيطها الى جملة متناظرة من الرّتبة الأولى. هذه الجملة حفظيّة. الطاقات «الحركية» و«الكامنة» لحلول هذه الجملة. الأشعة التّوابع

الذّاتية والقيم الذّاتيّة للمسألة الحدّيّة الموافقة لجملة المعادلات التفاضليّة العاديّة. التوابع الذّاتية متعامدة وفق المسافة «الكامنة» ووفق المسافة «الحركيّة» المسافة «الكامنة» والمسافة «الحركيّة». دساتير من أجل الحلّ التقريبي للمسألة. ملاحظات حول طريقة ريتز.

الباب الخامس: الطّرائق ذات الفروق لحلّ المعادلات ذات المشتقّات الجزئيّة.....

(34) مسألة ديركليت لمعادلة لابلاس في مستطيل:.....

المعادلة ذات الفروق، المحقّقة من قبل الحلّ الدّقيق.

المعادلة التّقريبيّة ذات الفروق. الحواد العليا والمتراجحات من أجل حلّ معادلة بواسون ذات الفروق. قابليّة الجملة ذات الفروق للحلّ. تقدير الخطإ.

(35) المخطّط ذو الفروق بالنّسبة لجملة زائديّة ذات متغيّرين مستقلّين.....

يدرس المخطط المستخدم من ذي قبل لبرهان نظريّة وجوديّة تقريبا بنفس الكيفية التي درست بها، في الفصل السّابق، معادلة لابلاس ذات الفروق. لزوم المتراجحة: $\frac{\tau k}{h} \leqslant 1$. مقارنة ميادين تأثير المعادلات ذات المشتقات الجزئية والمعادلات ذات الفروق والشّرط اللّازم للتقارب المترتّب عن هذه المقارنة. مثال مبيّن لعدم كفاية هذا الشّرط. مخطّط صارم يمكن لحلوله، حين تناقص الخطوات، أن تتقارب نحو حلول مختلف المعادلات.

(36) المخططات الضّمنية ذات الفروق.....

توطئة على القابلية للحلّ لجملة من معادلات ذات مصفوفة ذات ثلاثة أقطار. المخطّط الضّمني ذو الفروق من أجل المعادلة الزّائديّة الصّريح والضّمني بالنسبة لمعادلة الحرارة. وصف طريقة المسير المزدوج لحلّ المعادلة ذات الفروق التي تظهر في المخططات الضّمنية الأكثر بساطة.

(37) التقريب والاستقرار.....

استعراض مبسّط للدراسات المجراة على خطإ الحلول ذات الفروق. مفهوما التّقريب والاستقرار. من التقريب والاستقرار ينتج التقارب. مثال المخطط ذي الفروق بالنسبة للمعادلة: $\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial u}{\partial x} = f$ وهو مخطّط يستحسن اعتباره مقرّبا، بدل هذه المعادلة، إحدى نتائج هذه الأخيرة. الدّراسة، على مثال هذا المخطط نفسه، لعدم تفاهة مفهوم التّقريب عند النّقاط الحافويّة.

(38) طريقة المسير المزدوج.....

جمل من معادلات مكيّفة جيّدا، تكون ناتجة عن مخططات ذات فروق. قابليّة الجمل ذات معاملات متجاورة للحلّ وتكييفها الجيّد. استخلاص التقييمات للمعاملات المسيريّة بالنّسبة للجمل المكيّفة جيّدا. هذه التقيّيمات محقّقة من أجل الجملة الابتدائية وكذا من أجل الجمل المجاورة. المقام الوارد في الدساتير المسيريّة غير معدوم. مخطّط منهج الحساب الحقيقي. تبسيطه الى الحلّ

الدّقيق لجملة مجاورة. يتعلّق خطأ النتيجة بذروة الأخطاء الواردة على كلّ واحدة من خطوات الحسابات، ولكنّه لا يتعلّق بعدد الخطوات.

(39) المناهج التّكرارية لحلّ مسألة ديركليت ذات الفروق.....
مخطط شكلي. تبسيط مشكلة التّقارب الى الحالة التي تكون فيها الشّروط الحدّيّة معدومة. أساس متعامد متجانس خاص في فضاء التّوابع الشّبكيّة المنعدمة على الحافة. مماثلة مع منهج تسوية درجات الحرارة واستخدامها لِـ«ابتكار» مناهج تكرارية لحلّ معادلة لابلاس ذات الفروق. اختيار الوسيط τ بالنّسبة للمنهج التّكراري الأبسط. تقييم العمل اللّازم لتقليص الخطإ عددا معطى من المرّات. منهج دوغلاس وراكفورد الذي يستعمل «تفكيك» مؤثّر التكرار الى مؤثرات ذات بعد واحد. تغيّر الوسائط الدّوري. توطئات بخصوص جداء القيم الذّاتية وتقدير سرعة التقارب.

أنجز طبعه على مطابع
ديوان المطبوعات الجامعية
الساحة المركزية - بن عكنون
الجزائر