

**UNA REVISION SOBRE PROBLEMAS DE
FRONTERA MOVIL Y LIBRE
PARA LA ECUACION DEL CALOR.
EL PROBLEMA DE STEFAN.***

por
Domingo Alberto TARZIA

RESUMEN.

Se realiza una revisión de una extensa bibliografía sobre problemas de frontera móvil y libre para la ecuación del calor, y en particular sobre el problema de Stefan. Se la analiza y se la clasifica en trabajos teóricos, numéricos, experimentales y de posibles aplicaciones.

"UNE BIBLIOGRAPHIE SUR DES PROBLÈMES À FRONTIÈRE MOBILE ET LIBRE POUR L'ÉQUATION DE LA CHALEUR. LE PROBLÈME DE STEFAN".

RÉSUMÉ.

On fait une bibliographie d'une longue collection de travaux sur des problèmes à frontière mobile et libre pour l'équation de la chaleur, et en particulier sur le problème de Stefan. On en fait une analyse et une classification en travaux théoriques, numériques, expérimentaux et de possibles applications.

"A REVIEW ON MOVING AND FREE BOUNDARY PROBLEMS FOR THE HEAT EQUATION. THE STEFAN PROBLEM".

ABSTRACT.

A review of a long bibliography on moving and free boundary problems for the heat equation is done, particularly regarding the Stefan problem. It is analysed and classified into theoretical, numerical and experimental papers and also those concerning possible applications.

(*) Trabajo realizado en homenaje a los pioneros Lamé, Clapeyron, Neumann, Stefan y demás investigadores en el 150° aniversario del nacimiento del problema del cambio de fase [344].

INTRODUCCION.

El problema del cambio de fase, conocido en la literatura como problema de Stefan, nace con el trabajo de LAMÉ-CLAPEYRON [344] al estudiarse la solidificación de un cuerpo semi-infinito que se encuentra inicialmente a su temperatura de fusión. Fue continuado con los trabajos de NEUMANN [60, 99, 614] (no publicado) y de STEFAN [555, 556], iniciándose de este modo una línea de investigación que, por sus diferentes aplicaciones y dificultades ya sea desde el punto de vista teórico o numérico, atraerá la atención de numerosos científicos provenientes de diversas ramas, como ser la matemática, física, química e ingeniería.

La recopilación de los artículos que figuran en este trabajo tuvo su origen con [572] en marzo de 1979 durante mi estadía en el Institut de Mécanique Théorique de l'Université Pierre-et-Marie-Curie (París) y parte en el IRIA (Le Chesnay), y continuada en el Instituto de Matemática "Beppo Levi" de la Universidad Nacional de Rosario (Rosario) con ediciones complementarias en agosto de 1979 y de 1980, las cuales han permitido la realización de la presente en 1981. La bibliografía de este trabajo no es completa en el tema y puede ser completada con las dos recientes [456, 623]. En [456] se realiza una revisión sobre problemas de frontera libre para la ecuación del calor teniendo como base unas 305 referencias. El presente trabajo puede considerarse como un complemento del realizado por PRIMICERIO [456], el cual es altamente recomendado para la búsqueda de las formulaciones matemáticas de los problemas tratados. En cambio, en [623] se da solo una recopilación de una extensa bibliografía de unas 800 referencias, la cual fue clasificada por computadora mediante el uso de palabras claves. Una bibliografía sobre problemas de frontera libre (caso estacionario) muy general puede encontrarse en [140] y lo relativo a problemas de conducción del calor en [140, § 1.6] con una discusión en [141].

Antes de comenzar con la revisión y clasificación propiamente dicha es preciso destacar los siguientes items:

- i) Trabajos que presentan una bibliografía del orden o superior a las 45 referencias: [21, 48, 148, 153, 195, 208, 246, 327, 358, 386, 417, 420, 455, 456, 479, 505, 517, 572, 623].

- ii) Libros dedicados exclusivamente al problema de Stefan: [148,488].
- iii) Simposios sobre problemas de frontera libre para la ecuación del calor y publicados en libros: [429,622].
- iv) Libros que tratan, en algunos de sus capítulos, el problema de Stefan: [9(p. 158-162), 99(cap. 11), 130(cap. 7), 171 (cap. 5) , 212(p. 61-62), 222(cap. 8), 313(p. 69-75), 330(cap. 8), 343 (p. 496-503), 367(p. 196-204), 372(p. 70-81), 383(cap. 11), 396(p. 91-96 , p. 121-125), 585(p. 283-288), 614(p. 118-122)].
- v) Artículos de revisión con sus correspondientes temarios:
 - 1) [2]: El principio variacional de Biot y su aplicación al problema de Stefan unidimensional a una fase.
 - 2) [5]: El método de los elementos finitos en el problema de Stefan bidimensional a través de la formulación en entalpía.
 - 3) [14]: El método de las diferencias finitas para hallar la solución débil (formulación en entalpía) del problema de Stefan unidimensional a dos fases.
 - 4) [21]: Problemas de frontera libre para la ecuación del calor. Presenta una revisión de 157 trabajos.
 - 5) [34]: El problema de Stefan en metalurgia.
 - 6) [47]: La técnica de la formulación con cuerpos ficticios en el problema de Stefan unidimensional a dos fases. Comparación entre soluciones.
 - 7) [48]: Comportamiento mecánico durante el cambio de fase. Propiedades de los materiales y comparación entre soluciones.
 - 8) [79]: Los problemas de Muskat, de reacciones químicas y de Stefan unidimensional a dos fases.
 - 9) [99,222,419]: Sobre el problema de Stefan unidimensional a una y dos fases.
 - 10) [130]: Diversos problemas de frontera libre para la ecuación del calor unidimensional.
 - 11) [132]: Problemas químicos y biológicos (difusión del oxígeno en un tejido absorbente).

- 12) [133]: Métodos basados en las diferencias finitas para el problema de Stefan unidimensional a una fase. El problema de la difusión del oxígeno en un medio absorbente.
- 13) [148]: Sobre el problema de Stefan uni y multidimensional a una y dos fases. Libro con 48 referencias.
- 14) [156]: El método de las diferencias finitas y su aplicación al problema de Stefan unidimensional a una fase.
- 15) [166]: Difusión del oxígeno en un tejido absorbente. El problema de Stefan multidimensional a dos fases.
- 16) [198,201,202,203]: Problemas de frontera libre a una y dos fases de un tipo general para la ecuación del calor unidimensional.
- 17) [206]: Problemas de frontera libre unidimensional a una fase para la ecuación del calor no lineal: equivalencias entre problemas de tipo implícito y explícito (del tipo de Stefan).
- 18) [211]: El método de las diferencias finitas en la difusión del oxígeno en un medio absorbente a través de la inmovilización de la frontera libre.
- 19) [213]: Métodos numéricos para problemas de aleaciones (acoplamiento de la concentración y temperatura).
- 20) [216]: Diferentes métodos numéricos y analíticos para la resolución del problema de Stefan unidimensional a una y dos fases: método de las diferencias finitas, métodos integrales e integro-diferenciales, etc..
- 21) [225]: Problemas de frontera libre unidimensionales para la ecuación del calor. El problema de Stefan multidimensional a dos fases (formulación débil).
- 22) [229]: Sobre el problema de Stefan uni y multidimensional a una fase.
- 23) [243, 548]: Métodos aproximados en el problema de Stefan unidimensional a una fase.
- 24) [246]: El método del balance integral y el método variacional en el problema de Stefan unidimensional a una fase.

- 25) [300]: El método de los elementos finitos en espacio-tiempo en la resolución del problema de Stefan unidimensional a una fase.
- 26) [305]: Resumen sobre métodos numéricos conservativos (utilizando el método de los elementos finitos en espacio-tiempo) para la resolución del problema de Stefan unidimensional a multifases que tienen apariciones y desapariciones de fases.
- 27) [313]: Problemas de difusión en sistemas con más de una fase.
- 28) [327]: Sobre el problema de Stefan a una fase.
- 29) [329]: Regularidad de la frontera libre en el problema de Stefan multidimensional a una fase.
- 30) [330]: Sobre el problema de Stefan multidimensional a una fase.
- 31) [331, 625]: Solidificación del acero.
- 32) [332]: Algunos métodos numéricos en la resolución del problema de Stefan.
- 33) [333]: Formación de gotas por condensación.
- 34) [334]: Problemas de frontera libre para la ecuación del calor y sus aplicaciones a: problemas con una interfase líquido-vapor, evaporación o condensación de una gota líquida, disolución de una burbuja de gas en un líquido, problema de Stefan.
- 35) [350]: La naturaleza de la región del cambio de fase en el problema de Stefan.
- 36) [358]: Problemas de frontera libre con la presencia de las fases líquida y gaseosa.
- 37) [372]: Sobre el problema de Stefan multidimensional a una y dos fases.
- 38) [386]: Sobre el problema de Stefan unidimensional a una fase, difusión del oxígeno en un tejido absorbente, filtración de un líquido en un medio poroso.
- 39) [399]: El método de las líneas, su convergencia y su aplicación a numerosos problemas de frontera libre para la ecuación del calor.

- 40) [402]: Métodos numéricos de resolución del problema de Stefan uni y multidimensional.
- 41) [417]: Sobre el problema de Stefan unidimensional a una y dos fases. Presenta una revisión de 146 trabajos.
- 42) [422]: Aproximación del problema de Stefan unidimensional a una fase y de la difusión del oxígeno en un tejido absorbente mediante el método de los elementos finitos.
- 43) [423]: El método del balance integral en problemas de fusión.
- 44) [427]: El problema de Stefan a dos fases (formulaciones a través de ecuaciones integrales).
- 45) [428]: Problemas de aleaciones (acoplamiento de la concentración y temperatura), problema de electroquímica.
- 46) [430]: Aproximación de la inecuación variacional correspondiente al problema de Stefan a una fase mediante el método de los elementos finitos.
- 47) [455]: Problemas de frontera libre para la ecuación del calor unidimensional. Presenta una revisión de 115 trabajos.
- 48) [456]: Problemas de frontera libre para la ecuación del calor. Presenta una revisión de 305 referencias.
- 49) [465, 505]: Estabilidad de la interfase sólida-líquida.
- 50) [488]: El problema de Stefan uni y multidimensional a una y dos fases. Aplicación a numerosos problemas físicos. Libro con 201 referencias.
- 51) [489]: El problema de Stefan multidimensional: la formulación débil y el problema inverso.
- 52) [497]: Problemas de control óptimo en el problema de Stefan a una y dos fases. Aplicación al problema de la colada continua.
- 53) [502]: Presentación de dos problemas de frontera libre para la ecuación del calor y sus equivalencias con un problema de Stefan unidimensional a una fase.
- 54) [517]: El problema de Stefan uni y multidimensional a una y dos fases. Presenta una revisión de 67 trabajos.

- 55) [520]: El problema de Stefan unidimensional a dos fases..Presenta una revisión de 30 trabajos.
- 56) [521]: Análisis del proceso iterativo en el problema de Stefan unidimensional a una fase.
- 57) [524]: Comparación de métodos numéricos en el problema de Stefan multidimensional a dos fases.
- 58) [577]: Formulación matemática del problema de Stefan unidimensional a una y dos fases.

OBSERVACION.

En la presente revisión es preciso tener en cuenta:

- i) Un trabajo puede estar citado numerosas veces.
- ii) Si un método y/o resultado utilizado para el problema de dos fases es válido también para el de una fase, el trabajo no será citado en la clasificación correspondiente al de una fase si el autor no lo expresa explícitamente.
- iii) Los trabajos de revisión están solo citados como tales, excepto [99,166,419,497,502]. Se recomienda, para el estudio de un tema específico, tener presente los artículos de revisión correspondientes.
- iv) En general, los trabajos experimentales, están solamente citados en ese ítem.
- v) La bibliografía fue realizada por orden alfabético, excepto los trabajos [62,63,104,183,210,643,644], lo cual es debido a un error del autor.

ANALISIS Y CLASIFICACION.

El plan a desarrollar es el siguiente:

- I. PROBLEMAS DE FRONTERA MOVIL PARA LA ECUACION DEL CALOR.
 - I.1. CASO UNIDIMENSIONAL.
 - I.2. CASO MULTIDIMENSIONAL.
 - I.3. APLICACIONES FISICAS.
 - I.4. APLICACIONES A PROBLEMAS DE FRONTERA LIBRE.
- II. PROBLEMAS DE FRONTERA LIBRE PARA LA ECUACION DEL CALOR.

II.1. PROBLEMAS DE FRONTERA LIBRE DEL TIPO DE STEFAN.

II.1.1. Caso unidimensional.

II.1.1.1. A una fase (Métodos teóricos, numéricos y aplicaciones).

II.1.1.2. A dos fases (Métodos teóricos, numéricos y aplicaciones).

II.1.2. Caso multidimensional.

II.1.2.1. A una fase (Métodos teóricos, numéricos y aplicaciones).

II.1.2.2. A dos fases (Métodos teóricos, numéricos y aplicaciones).

II.1.3. Otras generalidades.

II.1.3.1. Problemas de frontera libre con la presencia del estado gaseoso.

II.1.3.2. Trabajos experimentales.

II.1.3.3. Interfase sólida-líquida.

II.1.3.4. Otras aplicaciones.

II.2. PROBLEMAS DE FRONTERA LIBRE NO DEL TIPO DE STEFAN.

II.2.1. Difusión del oxígeno en un tejido absorbente.

II.2.2. Flujo de dos líquidos inmiscibles en un medio poroso.

II.2.3. Filtración de un líquido compresible en un medio poroso.

II.2.4. Impacto de una barra viscoplástica sobre un obstáculo rígido.

II.2.5. Reacciones químicas entre dos sustancias.

II.2.6. Otros problemas de frontera libre para la ecuación del calor.

II.2.6.1. De tipo implícito.

II.2.6.2. De tipo explícito.

A continuación se realizará la clasificación y el análisis de los trabajos citados.

I) PROBLEMAS DE FRONTERA MOVIL PARA LA ECUACION DEL CALOR.

Los problemas de frontera móvil son aquellos en los cuales el dominio espacial de la/las funciones incógnitas es variable con el tiempo mediante una ley de movimiento *conocida a priori*.

Se pueden dar las siguientes generalidades:

I.1. CASO UNIDIMENSIONAL.

Se pueden destacar los siguientes items:

1) Soluciones exactas en $(s(t), +\infty) : [265, 468, 469, 470]$.

2) Soluciones exactas en $(s_1(t), s_2(t)) : [263]$.

- 3) Soluciones exactas en $(0, s(t))$ para una frontera móvil con ley de movimiento de la forma:
 - i) $s(t) = A\sqrt{t}$: [468,470] .
 - ii) $s(t) = At$: [279,348,468,469] .
 - iii) $s(t) = At^{\frac{3}{2}}$: [468] .
 - iv) $s(t) = A+Bt$: [242,563] .
 - v) $s(t) = At^2 + Bt$: [265] .
 - vi) $s(t) = (At^2 + Bt + C)^{\frac{1}{2}}$: [264,563] .
 - vii) $s(t)s'(t) = Cte$: [349] .
 - viii) otras leyes: [264,391,563] .
- 4) Ecuación integral para la solución exacta: [78,194,242,279,315,317,588] .
- 5) Método de inmovilización del dominio: [150,391,563] .
- 6) Utilización de transformaciones integrales:
 - i) Riemann-Mellin: [468,470] .
 - ii) Laplace: [279] .
- 7) Resultados de unicidad: [194,196,204,373-376,391,454,593,629] .
- 8) Resultados de existencia: [194,196,204,315-317,373-376,391,454,593] .
- 9) Resultados de regularidad: [315-317] .
- 10) Dependencia continua de la solución respecto de los datos: [196] .
- 11) Dependencia monótona de la solución respecto de los datos: [44 , 191,195,196,629] .
- 12) Utilización de teoremas de punto fijo: [194,196] .
- 13) Problemas con coeficientes térmicos: variables [373,376] , discontinuos sobre un número finito de curvas [315-317] .
- 14) Estimaciones: a priori sobre la solución [191] , para la continuación de soluciones [78] .
- 15) Métodos aproximados para hallar la solución: [391,593] .
- 16) Método de las aproximaciones sucesivas: [196,316,588] .
- 17) Aproximación numérica: estudio de la convergencia [196,303,593] , de la ecuación integral [78] .
- 18) Método de separación de variables: [264] .
- 19) Método de desarrollo en serie: [263,265,348,349] .
- 20) Método de los elementos finitos en espacio-tiempo: [53,54 , 301-303] .
- 21) Método de las diferencias finitas: [150,155,593] .

1.2. CASO MULTIDIMENSIONAL.

Se pueden destacar los siguientes items:

1.2.1. COORDENADAS ESFERICAS.

1) Soluciones exactas en $(0, s(t))$ para una frontera móvil con ley de movimiento de la forma:

- i) $s(t) = A\sqrt{t}$: [643] , ii) $s(t) = At$: [346, 348, 643]
iii) $s(t) = (At^2+Bt+C)^{\frac{1}{2}}$: [264] , iv) $s(t)s'(t) = \text{cte}$: [349]
v) otras leyes: [266] .

2) Solución exacta en $(s_1(t), s_2(t))$: [263] .

3) Método de separación de variables: [264] .

4) Método del desarrollo en serie: [263, 348, 349] .

1.2.2. COORDENADAS CILINDRICAS.

1) Soluciones exactas en $(0, s(t))$ para una frontera móvil con ley de movimiento de la forma:

- i) $s(t) = A\sqrt{t}$: [643] , ii) $s(t) = At$: [348]
iii) $s(t) = (At^2+Bt+C)^{\frac{1}{2}}$: [264] , iv) otras leyes: [265, 266] .
2) Solución exacta en $(s_1(t), s_2(t))$: [263] .
3) Método de separación de variables: [264] .
4) Método del desarrollo en serie: [263, 265, 266, 348, 349] .

1.2.3. OTROS CASOS.

1) Solución exacta: [265, 266] .

2) Método de separación de variables: [265] .

1.3. APLICACIONES FISICAS.

Se pueden destacar las siguientes:

- 1) Formación de una esfera o cilindro mediante la generación de un calor interno: [643] .
2) Problema con evaporación: [391] .
3) Problema con oxidación: [15] .
4) Distribución de soluto durante una transformación de fase: [279, 586 (se incluyen efectos de un campo eléctrico)] .
5) Calentamiento de una pared conductora mediante una compresión móvil: [588] .
6) Flujo de un líquido en un medio poroso: [204] .
7) Trabajos experimentales: [15] .

1.4. APLICACIONES A PROBLEMAS DE FRONTERA LIBRE.

En numerosos problemas de frontera libre, según la metodología utilizada, es necesario emplear todos los conocimientos que se tengan sobre problemas de frontera móvil. Estos son utilizados en los siguientes problemas de frontera libre y con el fin de obtener:

A) APLICACIONES AL PROBLEMA DE STEFAN A UNA FASE.

Se pueden destacar las siguientes:

- 1) Soluciones exactas en coordenadas unidimensionales, esféricas y cilíndricas mediante leyes de movimiento de la frontera de la forma: $s(t) = A+Bt$ [348], $s(t)s'(t) = \text{cte}$ [349].
- 2) Estimaciones sobre la solución: independientemente de la frontera libre [191], con flujo no lineal en el borde fijo [195].
- 3) Existencia de soluciones en el caso unidimensional con: temperatura o flujo variable con el tiempo en el borde fijo [55 y 197 (convergencia del método de las líneas), 535], flujo constante en el borde fijo [593 (convergencia del método de las diferencias finitas)], coeficientes térmicos dependientes de la temperatura, tiempo y variable espacial [373], calor latente dependiente de la temperatura y temperatura crítica dependiente de la posición [519].
- 4) Unicidad de la solución en el caso unidimensional con flujo constante en el borde fijo y coeficientes térmicos dependientes de la temperatura: [155].
- 5) Frontera libre infinitamente derivable: [83].
- 6) Resoluciones numéricas: [24 (proceso iterativo), 53, 479].
- 7) Existencia y unicidad de la inecuación variacional de un problema relacionado al de Stefan unidimensional a una fase con calor latente variable: [234].

B) APLICACIONES AL PROBLEMA DE STEFAN A DOS FASES.

Se pueden destacar las siguientes:

- 1) Existencia de soluciones en el caso unidimensional finito: solución clásica [88], flujo en ambos bordes [516], temperatura y flujo en uno de los bordes correspondientes [512].
- 2) Existencia de soluciones: [374, 375, 376 (con una ecuación más general)].
- 3) Existencia de soluciones en coordenadas esféricas o cilíndricas

con flujo en ambos bordes: [518].

- 4) Resoluciones numéricas: [54].
- 5) Existencia y unicidad en un problema de frontera libre análogo al de Stefan: [282,283].
- 6) Una de las dos fases desaparece: [454].

C) APLICACIONES A OTROS PROBLEMAS DE FRONTERA LIBRE.

Se pueden destacar las siguientes:

- 1) Existencia y unicidad en el problema de Muskat: [186,187,235].
- 2) Estudio numérico en el problema de Muskat: [118].
- 3) Existencia en la determinación de núcleos esféricos en un estado líquido super-enfriado o bajo-enfriado: [425].
- 4) Determinación de las tensiones térmicas en un cuerpo elástico semi-infinito en fusión: [561].
- 5) Propiedades en problemas de frontera libre para la ecuación del calor de tipo implícito: [204].

II. PROBLEMAS DE FRONTERA LIBRE PARA LA ECUACION DEL CALOR.

Los problemas de frontera libre son aquellos en los cuales el dominio espacial de la/las funciones incógnitas es variable con el tiempo mediante una ley de movimiento *desconocida a priori*. Por su puesto, el desconocimiento de la frontera induce la necesidad matemática de imponer nuevas condiciones a las funciones incógnitas las cuales dependerán del problema físico en estudio. En general, la nueva condición a imponer se deduce del principio de conservación de la energía a través de la frontera. Dicha frontera resulta ser, en consecuencia, una incógnita suplementaria del problema.

La diferencia esencial entre los problemas de frontera móvil y libre radica en el hecho de la existencia de una frontera cuya ley de movimiento es conocida en el primero y desconocida en el segundo, siendo en este caso una incógnita más del problema.

Los numerosos problemas de frontera libre para la ecuación del calor pueden dividirse en dos grandes grupos, a saber: aquellos que son del tipo de Stefan es decir, sobre la frontera libre existe una condición del tipo de Stefan (por ejemplo, para el problema unidimensional a dos fases está dada por: $k_1 \theta_{1x}(s(t), t) - k_2 \theta_{2x}(s(t), t) =$

= $L s'(t)$, $t > 0$) y aquellos que no son del tipo de Stefan.

11.1. PROBLEMAS DE FRONTERA LIBRE DEL TIPO DE STEFAN.

El estudio de los problemas de frontera libre del tipo de Stefan se dividirán, por motivos de conveniencia, en unidimensionales y multidimensionales, y éstos a su vez en los de una y dos fases. Los problemas con simetría cilíndrica y esférica fueron incluidos en el caso multidimensional.

11.1.1. CASO UNIDIMENSIONAL.

11.1.1.1. A UNA FASE.

Se darán los métodos teóricos y numéricos utilizados, como asimismo las aplicaciones realizadas, a saber:

A) METODOS TEORICOS.

Se pueden destacar los siguientes items:

- 1) Planteo del problema para un cuerpo semi-infinito: [344].
- 2) Solución exacta de Lamé -Clapeyron: [168,337,344,383,491,585,587].
- 3) Propiedades de la frontera libre:
 - i) Expresión aproximada del coeficiente que caracteriza la frontera libre: [99,383]. Cálculo aproximado: [176].
 - ii) Comportamiento de la frontera libre cuando el calor latente tiende a cero: [533].
 - iii) Desigualdad para el coeficiente que caracteriza la frontera libre: [576].
 - iv) Estimaciones: [323,481].
 - v) Encuadramiento: [274,322,535].
 - vi) Comportamiento en $t = 0$: [89].
- 4) Coeficientes variables:
 - i) El calor latente depende de: la temperatura [519], la posición [453], el tiempo [139,532,534], la posición y tiempo [227,234].
 - ii) La conductividad térmica y el calor específico dependen de la temperatura: [383,440].
 - iii) La conductividad térmica depende de: la temperatura [37,408], la posición y tiempo [608], la posición, tiempo y temperatura [341,373].

- iv) La capacidad calorífica y la densidad de masa dependen de la posición, tiempo y temperatura: [43,341,373,608].
- v) Los coeficientes términos dependen de la temperatura: [25,46,120,121,155,587,606].
- vi) La temperatura crítica o del cambio de fase depende de: la posición [519], el tiempo [532,534].

5) Condiciones de contorno:

- i) La temperatura del borde fijo es constante: [8,168,337,344,351,383,491,558,585,587].
 - ii) La temperatura del borde fijo es variable con el tiempo: [1,53,89-91,93,197,208,218,228,244,250,274,322-324,393,412,413,424,450,490,533-535].
 - iii) El flujo de calor en el borde fijo es constante: [42,99,155,157,184,185,249,274,337,405,420,421,479,486,507,529,541,558,593].
 - iv) El flujo de calor en el borde fijo es variable con el tiempo: [24,43,83,94,101,185,197,221,227,234,274,342,373,407,453,481,490,502,519,530-535,605,606,608].
 - v) Ley de Newton en el borde fijo: [42,99,314,325,337,393,507,557-559,567,619].
 - vi) El flujo de calor es no lineal con respecto a la temperatura en el borde fijo: [195,197,208,341,484].
 - vii) Ley de Newton sobre la frontera libre: [113,176,268,325,500].
 - viii) Fuente de energía sobre la frontera libre: [1,8,26,43,46,101,119-121,176,227,234,249,345,352,359,382,393,405,529-532,534,605,606].
 - ix) La condición de Stefan es no lineal: [560].
- 6) Problema en un intervalo finito: [6,42,43,46,119,121,168,207,345,360,449,507].
- 7) Problema con velocidad constante de la frontera libre: solución exacta [193,337,481,587].
- 8) Método de la inmovilización del dominio: [1,9,24,26,40,119,121,153,174,176,228,250,274,314,345,382,420,421,450,501,509].
- 9) Método de semejanza o similitud: [40,168,250,337,344,383,408,

440,481,491,576,585,587].

10) Formulación entálpica (a través de la función de entalpía):

- i) Planteo del problema: [481].
- ii) Tiempo de fusión: [25].
- iii) El calor latente depende del tiempo: [139].
- iv) Los coeficientes térmicos dependen de la temperatura: [25].

11) Formulación débil: aplicación a la resolución numérica por elementos finitos espacio-tiempo [53].

12) Método de las ecuaciones integrales:

- i) Ecuación integral equivalente: [218,322,341,484,490,530-532,534,605]. Estudio de su estabilidad: [484].
- ii) Para la frontera libre, teniendo en el borde fijo condiciones de: temperatura [89-91,93,197,218,274,323,393,533-535], flujo de calor [42,43,55,83,94,101,155,184,197,274,342,373,407,453,519,529-535,541,593,605,606], flujo de calor no lineal respecto de la temperatura [195], convección [42,393].
- iii) Para la frontera libre y función incógnita: [1,113,509,510,541].
- iv) Para la función incógnita (temperatura): [101,297,541].
- v) Con conductividad térmica dependiente de la temperatura: [408].
- vi) A través de la: función de Green [113], transformada de Laplace [139].
- vii) Aplicaciones al problema de: "dos temperaturas" [29], tiempo final óptimo [602-604], la solidificación de un líquido en un canal o cavidad [385].

13) Convergencia de diferentes métodos numéricos:

- i) Diferencias finitas: [157,208,227,323,324,382,424,509,593,605,606,608]. A través del método de penalización [323,324].
- ii) Elementos finitos: [413,420,421]. Estudio de la estabilidad [413].
- iii) Líneas: [55,197,240,393,608].
- iv) Argumento retardado para el caso $s(0) = b > 0$: [84,89,94,195]. Convergencia de las soluciones aproximadas, para el caso $s(0) = 0$, a través del caso $s(0) = b > 0$ [89,90,

93,94,221,322,407,535].

v) Discretización de inecuaciones variacionales: [496].

vi) Aproximaciones sucesivas: [184,342,453,484,608].

vii) Truncación: [479].

viii) Desarrollo en serie: [250,567].

ix) A través de: soluciones aproximadas [557], un algoritmo de semejanza [405].

x) Utilización de teoremas de punto fijo: [496].

14) Utilización de transformaciones integrales:

i) Laplace: [139,185,321,450,482,490].

ii) Otras: [507].

15) Problema inverso:

i) Solución exacta con frontera libre del tipo: $s(t) = s_0 + s_1 t$ [348,587], $s(t)s'(t) = \text{cte}$ [349].

ii) Cálculo de la solución a través de: un desarrollo en serie [244,281,483], una ecuación integral de Volterra [463], una representación integral [281].

iii) Unicidad de la solución a través de: teoría de grupo [40], una ecuación integral de Volterra [463].

iv) Existencia de una solución a través de: teoría de grupo [40], convergencia de métodos numéricos [82,281,312]. Condición necesaria y suficiente para la existencia de una solución a través de la minimización de un funcional [69].

v) Obtención de resultados numéricos: [40,244,312,483].

vi) Frontera libre con velocidad constante: expresión para pequeños y grandes tiempos [405]. Ver también A-7).

vii) Aplicaciones: a problemas de economía (de control óptimo) [192,464], al problema de Stefan a dos fases [98].

16) Resultados de unicidad:

i) Por absurdo: [43,46,155,605,606].

ii) Por teoremas de punto fijo: [218,490,519,529,530,532,534,560].

iii) Por ecuación integral equivalente: [218,322,341,484,490,530,532,534,605].

iv) Por ecuación integral: [155,184,509,510].

v) Por desarrollo en serie y ecuación integral: [250].

- vi) Por estabilidad y dependencia continua y monótona de los datos: [89,90,93,94,195,373,535].
 - vii) Por inecuaciones variacionales: para el problema de "dos temperaturas" [29], para problemas de tiempo final óptimo [226].
 - viii) Por inecuaciones cuasi-variacionales: [227,234].
 - ix) Por un problema equivalente de frontera libre para la ecuación del calor: [502].
- 17) Resultados de existencia:
- i) Por teoremas de punto fijo: [218,373,407,490,519,529,530,532,534,560].
 - ii) Por ecuación integral equivalente: [218,322,341,484,490,530,532,534].
 - iii) Por ecuación integral: [184,250,342,407,408,486,509,510].
 - iv) Por convergencia de diferentes métodos numéricos: [55,84,89,90,93,94,157,184,195,197,208,221,227,240,250,322,323,324,342,382,393,405,407,413,420,421,424,453,479,484,496,509,535,557,567,593,605,606,608]. Para mayores detalles ver A-13.
 - v) Por métodos probabilísticos: [602-604].
 - vi) Por inecuaciones variacionales: [29 (para el problema de "dos temperaturas"), 226 (para problemas de tiempo final óptimo), 496,497].
 - vii) Por inecuaciones cuasi-variacionales: [227,234].
 - viii) Por un problema equivalente de frontera libre para la ecuación del calor: [502].
 - ix) Comportamiento y ejemplificación del máximo valor del tiempo para el cual existe solución: [534].
- 18) Dependencia de la solución con respecto de los datos iniciales y de contorno:
- i) Dependencia monótona para datos, en el borde fijo, de: temperatura [89,90,322,535], flujo de calor [43,46,94,373,535].
 - ii) Dependencia monótona para datos de fuente de energía sobre la frontera libre: [46].
 - iii) Dependencia continua para datos, en el borde fijo, de: tem

23) Teoría de grupo: aplicación al problema inverso [40].

24) Otras características:

- i) Solución exacta con fuente de energía sobre la frontera libre: [530].
- ii) Generalizaciones en las ecuaciones y condiciones de contorno: [168,205,397,490,541].
- iii) Problema con: area seccional variable [364], calor latente nulo [345,534].
- iv) Clasificación de puntos singulares: [207].
- v) Cálculo de la temperatura antes y después del cambio de fase: [559].
- vi) Problema con "dos temperaturas": planteo, resultados de existencia, unicidad y comportamiento asintótico [29].
- vii) Condición que asegura la no refundición de lo ya solidificado: [464].
- viii) Determinación de coeficientes térmicos desconocidos: [576].
- ix) Encuadramiento de la temperatura: [250].
- x) Cálculo de las tensiones térmicas en un: modelo elástico [583], modelo viscoplastico [471].
- xi) Cálculo del comienzo de la: fusión [42,43,46,119-121,345], solidificación [382].
- xii) Cálculo del tiempo de: fusión [25,549], solidificación [557].
- xiii) Formulación con un: cuerpo ficticio [42], tercer cuerpo [486].
- xiv) Problema equivalente por transformación de variable: [250].
- xv) Equivalencia con otros problemas de frontera libre para la ecuación del calor: [502].
- xvi) Parámetros independientes por análisis dimensional: [337].
- xvii) Solución con un criterio de control óptimo: minimización de la temperatura en el borde fijo [192,464], la temperatura y la frontera libre son deseadas a un dado tiempo [314].
- xviii) Simulación [557] y analogía [337] eléctrica del proceso de solidificación.

B) METODOS NUMERICOS.

Se pueden destacar los siguientes items:

- 1) Soluciones aproximadas: [26,359,360,507,549].
- 2) Método de las diferencias finitas: [6,25,26,123,139,157,208,249,

276,280,314,323,324,345,424,452,495,509,510,558,559,593,605,606].

- 3) Método de los elementos finitos: en espacio [153,412,413,420,421,495,497], en espacio-tiempo [53,304].
- 4) Método de las líneas: [113,240,393,397,608].
- 5) Método variacional: [37,38,244,351-353,451].
- 6) Método del balance integral: [1,8,119,174,176,212,245,249,268,269,295,449].
- 7) Método del desarrollo en serie: [42,121,185,244,250,274,297,321,345,359,360,383,440,449,450,481,490,507,567,619].
- 8) Método de perturbación: [471].
- 9) Método de relajación: [6].
- 10) Método de las inecuaciones variacionales. [29,153,226,237,294,420,421,495-497,631].
- 11) Método cuasi-estacionario: [99,120,481,549].
- 12) Obtención de resultados mediante diversos métodos numéricos: soluciones aproximadas [43,325,360,549,557], diferencias finitas [6,25,26,123,139,157,208,249,276,280,323,345,424,452,509,510,558,559], elementos finitos en espacio [153,412,413,497], elementos finitos en espacio-tiempo [53], líneas [113,240,393], variacional [37,38,244,351-353,451], balance integral [1,8,119,174,245,249,268,269,295,449], desarrollo en serie [121,360,440,449,481,619], perturbación [471], relajación [6], inecuaciones variacionales [294,495-497], proceso iterativo [24,119,385,500], solución exacta [168], algoritmo de semejanza [405], transformación integral [507], ecuación integral [385], función de Green [113], función de entalpía [25,139,481], otros [583].
- 13) Comparación de resultados teóricos o numéricos mediante diferentes métodos: [6,24-26,37,38,43,121,123,174,176,208,240,244,249,268,276,294,325,352,353,360,412,449,451,452,481,500,507,557,619,639].
- 14) Comparación con resultados experimentales: [168,268]. Ver también II-1.3.2 (Trabajos experimentales).

C) APLICACIONES.

- 1) Acumulación de energía solar mediante materiales de cambio de fase: [549].

- 2) Solidificación de: metales [123], un líquido en un canal o cavidad [181,385], un líquido super-enfriado [207,232], un fluido sobre una pared enfriada [26,557].
- 3) Fusión: de metales [113], mediante un flujo laminar sobre una superficie plana [180].
- 4) Derretimiento de un témpano de hielo: [638,639].
- 5) Interruptores térmicos: [269].
- 6) Formación de un sólido sobre una superficie vertical: [352].
- 7) Volatilización mediante el incendio de polvos (explosivos): [560].
- 8) Con fuente de energía sobre la frontera libre: determinación de la corriente en un superconductor [509,510], problema de control óptimo [496,497].
- 9) A problemas de control óptimo: con tiempo final óptimo [226,306, 602-604], con minimización de la temperatura en el borde fijo [192,464], con temperatura deseada [153,314,495], con frontera libre deseada [314,495].
- 10) A problemas: de estadística (con calor latente de fusión nulo) [534], con calor latente de fusión pequeño [533].
- 11) A problemas con: sublimación [168], crecimiento rápido y evaporación [541], revestimiento por capas fluidicadas [1,268].

II.1.1.2. A DOS FASES.

Se darán los métodos teóricos y numéricos utilizados, como asimismo las aplicaciones realizadas, a saber:

A) METODOS TEORICOS.

En general se trabaja con un cuerpo semi-infinito, salvo mención contraria, como en A-6 (Caso finito). Se pueden destacar los siguientes items:

1) Planteo del problema:

- i) Para un cuerpo semi-infinito: [60,99,491,555,556].
- ii) Como caso particular de un cuerpo infinito: [60,550].
- iii) Con acoplamiento de temperatura y concentración: [49,149, 569,594].

2) Solución exacta de Neumann y algunas generalizaciones:

- i) Solución exacta para un cuerpo semi-infinito: [42,60,99, 115,292,362 (obtención de la solución por un método equivalente al de la función de error), 383,491,547,561, 566, 570,574,585,587,614]. Solución exacta con desigualdad para el flujo de calor [574].
- ii) Solución exacta con coeficientes térmicos iguales: [291, 362].
- iii) Solución exacta con el calor latente de fusión incluido en el calor específico de la fase líquida: [299].
- iv) Solución exacta con acoplamiento de la ecuación de Navier-Stokes: [26].
- v) Solución exacta con acoplamiento de la temperatura y concentración: [149,594].
- vi) Solución exacta en problemas de aleaciones: [569,581,582, 584,594].
- vii) Generalizaciones al caso infinito: [60,99,292,298,299,362, 384].
- viii) Generalizaciones a casos multifases: [64,68,84,99,106,109 (con fuente de energía interna), 431,432,599,615].
- ix) Problema equivalente al de Neumann: [547,574].
- x) Densidades de masa diferentes de las fases sólida y líquida: Ver A-23.

3) Propiedades de la frontera libre:

- i) Estudio de la ecuación trascendente que define al coeficiente que caracteriza la frontera libre: [60,383,574].
- ii) Expresión aproximada [149,171,261,550] y cálculo numérico [115,149,292,299,528,547] del coeficiente que caracteriza la frontera libre.
- iii) Desigualdad para el coeficiente que caracteriza la frontera libre: [574].

4) Coeficientes variables:

- i) Los coeficientes térmicos son variables: [25,248,290,377,587]
- ii) La temperatura crítica o del cambio de fase depende de la posición: [457,458].

5) Condiciones de contorno:

- i) La temperatura del borde fijo es constante: [271,458,564,641]. Ver también A-2 (Solución exacta de Neumann y algunas generalizaciones).
- ii) La temperatura inicial y/o la temperatura del borde fijo son variables: [185,377,378,450,485,528,566,570].
- iii) El flujo de calor en el borde fijo es: constante [271,457,487,641], variable con el tiempo [42,185,374,375,377,574].
- iv) Ley de Newton en el borde fijo: [289,290,377,457,567].
- v) La temperatura es periódica en el borde fijo: [377,378].
- vi) Fuente de energía sobre la frontera libre: [377].
- vii) La condición de Stefan es no lineal: [437].

6) Caso finito:

- i) Aplicabilidad de la solución de Neumann: [109,362,550].
- ii) Solución exacta del: caso de evolución [362], caso estacionario [12,573].
- iii) Los coeficientes térmicos dependen de: la temperatura [45,52,67,460,461,516,607,609], la temperatura y posición [628,629], la temperatura, posición y tiempo [17,44,64,68], la posición y tiempo [431], el tiempo [17].
- iv) La temperatura del cambio de fase depende de la posición: [459,462].
- v) Fuente de: energía sobre la frontera libre [44,394,607,628,629], energía móvil [298].
- vi) Condiciones de contorno de: temperatura en ambos extremos [12,13,49,52,87,88,95,97,98,188,209,218,224,228,292,362,376,394,414,426,459,460,462,617], flujo de calor en ambos extremos [44,49,67,96,97,172,247,284,416,516,562,609,610,629], temperatura en un extremo y flujo de calor en el otro [45,49,52,102,109,172,247,512,514,515,629], flujo de calor no lineal respecto de la temperatura en ambos extremos [17], convección en ambos extremos [394,404], convección en un extremo y flujo de calor en el otro [45], radiación y convección en un extremo y flujo de calor en el otro [634].
- vii) Encuadramiento de la: frontera libre [284], temperatura [414].
- viii) Equivalencia con un problema de Stefan sobre un cuerpo ficticio: [45].

- ix) Ecuación integral para la: frontera libre y temperatura [45, 404], frontera libre [44, 95, 102, 172, 188, 209, 218, 224, 284, 394, 426, 512, 516].
 - x) Ecuación integral equivalente: [218, 610].
 - xi) Presencia de multifases con condiciones de contorno de: temperatura en ambos extremos [68, 228, 431, 432, 599], temperatura en un extremo y flujo de calor en el otro [109], flujo de calor en ambos extremos [64, 416, 607, 628].
 - xii) Otras características: ecuaciones de un tipo más general [376, 431], presencia de un tercer cuerpo [562], estabilidad de la solidificación [12].
- 7) Problema con velocidad constante de la frontera libre: [12, 99, 292, 437, 482, 555, 556]. Estabilidad de la solidificación [12].
- 8) Método de la inmovilización del dominio: [284, 375, 377, 378].
- 9) Método de semejanza o similitud: [42, 60, 63, 64, 68, 84, 99, 106, 109, 149, 261, 291, 292, 298, 299, 362, 383, 384, 431, 432, 491, 547, 561, 566, 569, 570, 574, 581, 582, 584, 585, 587, 594, 599, 614, 615].
- 10) Formulación entálpica:
- i) Existencia y unicidad de la solución de semejanza mediante ecuaciones integrales: [63, 547].
 - ii) Resolución numérica por el método de las: diferencias finitas [25, 52, 67, 480, 547], isothermas [106].
- 11) Formulación débil:
- i) Resultados de existencia: [13, 209, 223, 224, 384, 431].
 - ii) Resultados de unicidad: [209, 223, 224, 384, 431].
 - iii) Dependencia continua y monótona de los datos: [209].
 - iv) Resultados de regularidad: la frontera libre es continua [224], es infinitamente derivable [209].
 - v) Comportamiento asintótico: [223, 224, 384].
 - vi) Comparación de soluciones: [223, 224].
 - vii) Resolución numérica por el método de: los elementos finitos [617].
 - viii) Casos multifases: [224, 431].
- 12) Método de las ecuaciones integrales:
- i) Ecuación integral equivalente: [485, 587, 589].

- ii) Para la frontera libre, teniendo en el borde fijo condiciones de: flujo de calor [374].
 - iii) Para la frontera libre con temperatura del cambio de fase dependiente de la posición, teniendo en el borde fijo condiciones de: temperatura [458], flujo de calor [457], ley de Newton [457].
 - iv) A través del método de semejanza: [63,547].
 - v) Para la frontera libre en casos multifases: [84].
Para el caso finito, ver A-6.
- 13) Convergencia de diferentes métodos numéricos:
- i) Diferencias finitas: [13,64,68,426,599,607,609,610].
 - ii) Elementos finitos: [414].
 - iii) Líneas: [17,394].
 - iv) Argumento retardado para el caso $s(0) = b > 0$: [95,96].
Convergencia de las soluciones aproximadas, para el caso $s(0) = 0$, a través del caso $s(0) = b > 0$ [98].
 - v) Aproximaciones sucesivas: [374,512,516,599].
 - vi) Desarrollo en serie: [564,566-570].
- 14) Utilización de transformaciones integrales: Laplace [149,528].
- 15) Problema inverso: solución aproximada [528].
- 16) Resultados de unicidad:
- i) Por absurdo: [17,44,459,512,514-516,607,609,610,628,629].
 - ii) Por teoremas de punto fijo: [218,485].
 - iii) Por ecuación integral equivalente: [218,485].
 - iv) Por ecuación integral: [458,547].
 - v) Por desarrollo en serie: [569].
 - vi) Por estabilidad y dependencia continua y monótona de los datos: [84,95,96,98,102].
 - vii) Por formulación débil: [209,223,224,431].
 - viii) Por método de semejanza: [63].
 - ix) Para problemas con: intervalo infinito [221], densidades de masa diferentes en las fases sólida y líquida mediante una transformación en un problema con densidad constante [460].
- 17) Resultados de existencia:
- i) Por teoremas de punto fijo: [218,284,375,376,485].

- ii) Por ecuación integral: [218,458,485,547].
 - iii) Por convergencia de diferentes métodos numéricos: [13,17,95,96,98,374,394,414,426,512,516,564,566-570,599,607,609,610].
 - iv) A través de métodos de: semejanza [63,594], entalpía [547], formulación débil [13,88,209,223,224,431].
 - v) Para problemas con intervalo infinito: [221].
- 18) Dependencia de la solución con respecto de los datos iniciales y de contorno:
- i) Dependencia monótona de la: temperatura [44,628,629], frontera libre [102,628,629].
 - ii) Dependencia monótona y continua: [95,96,98,209].
 - iii) Dependencia monótona para problemas con multifases: [84].
- 19) Resultados de regularidad:
- i) La frontera libre es: monótona [374], continua [224], continuamente derivable [374], infinitamente derivable [97,209,376], analítica [228,570].
 - ii) La solución débil es continua: [224].
 - iii) La solución es clásica: [87,88].
 - iv) La temperatura θ y la frontera libre s verifican las estimaciones $\|\theta_x\|_{L^\infty(Q)} \leq c_1 \|\theta_x\|_{L^\infty(\Gamma_T)}$ y $\|s'\|_{L^\infty} \leq c_2$: [188].
- 20) Comportamiento asintótico:
- i) Convergencia uniforme en la variable espacial mediante la formulación débil: [224].
 - ii) Para el caso finito con datos en ambos extremos de: flujo de calor [96], temperatura [95].
 - iii) Para el caso semi-infinito con temperatura del cambio de fase dependiente de la posición y con datos en el borde fijo de: temperatura [458], flujo de calor [457], ley de Newton [457].
 - iv) Para el caso infinito: [221,384].
- 21) Acoplamiento de la temperatura con la concentración: [49,149,569,594].
- 22) Utilización de la ecuación hiperbólica del calor:

- i) Planteo del problema y solución: [494].
- ii) Comparación con la solución de Neumann: [494].

23) Densidades de masa diferentes de las fases sólida y líquida:

- i) Solución exacta: [99,100,111,147,149,171,287,299,579,584,594].
- ii) Expresión aproximada del coeficiente que caracteriza la frontera libre: [149,171].
- iii) Solución aproximada mediante: método gráfico [380], método de perturbación [377], desarrollo en serie [564,568].
- iv) Realización de cálculos numéricos: [287,299,579,594]. Comparación numérica del efecto de las densidades desiguales [280,584].
- v) Acoplamiento de la: temperatura y concentración [149], conducción del calor con ecuación de Navier-Stokes [287].
- vi) Utilización del método de semejanza: [9]. Ver también (23i) (Solución exacta).
- vii) Aplicabilidad de la solución de Neumann: [299,579,594].
- viii) Aplicación a problemas con: aleaciones [584], multifases [628].
- ix) Coeficientes térmicos variables: [111,460-462].
- x) El efecto del calor latente de fusión está incluido en el calor específico de la fase líquida: [299].
- xi) Estabilidad de la interfase sólida-líquida: [596].
- xii) Transformación del problema con densidades desiguales en otro con densidades iguales: [460-462]. Resultados de unicidad para el caso finito [460].
- xiii) Si la temperatura del cambio de fase es constante y si k_p/c es constante en las dos fases, el problema puede transformarse en otro que tiene todos los coeficientes térmicos iguales en las dos fases: [462].
- xiv) Si k_p es constante en las dos fases, el problema puede tratarse como si fuese con temperatura del cambio de fase constante: [462].

24) Problemas con multifases:

- i) Solución exacta: [99,109,615].
- ii) Método de la inmovilización del dominio: [64,68,228,599].

- iii) Resultados de unicidad: [68,84,224,431,432,628].
- iv) Resultados de existencia: [64,68,84,224,431,432,599].
- v) Formulación débil: [224,431,432].
- vi) Ecuación integral para las fronteras libres: [224].
- vii) Comportamiento asintótico: [224].
- viii) Resultados de regularidad: las fronteras libres son conti
nuas [224] y analíticas [228].
- ix) Dependencia monótona de los datos: [84,628].
- x) Convergencia del método de diferencias finitas: [64,68,599].
- xi) Utilización del método: del argumento retardado [84], de iso
termas [106], de entalpía [106].
- xii) Cálculos numéricos: [106].

25) Problemas análogos al de Stefan unidimensional a dos fases sin la continuidad de la función incógnita sobre la frontera libre:

- i) Dos fases conductoras de una sustancia que no están en per
fecto contacto térmico: [282,283].
- ii) Difusión de la humedad en un material poroso: [282,542,543].
- iii) Resultados y técnica utilizadas: resultados de existencia y
unicidad [282,283,392,542], sistema de ecuaciones integra
les equivalente [542], teoremas de punto fijo [542], siste
ma de ecuaciones parabólicas cuasi-lineales [392], método de
semejanza [392].

26) Otras características:

- i) Presencia de un tercer cuerpo: [485,487].
- ii) Modelo matemático de la ablación del teflón: [122].
- iii) Problemas con fuente de energía móvil: [298].
- iv) Desaparición de una fase: [96].
- v) Resultados de comparación basados en propiedades del mate
rial: [62].
- vi) Estabilidad de la solidificación a través del número de Ma
rangoni: [12].
- vii) Cálculo del tiempo de comienzo de la: fusión [44,45], so
lidificación [42,49].
- viii) Cálculo: del tiempo [25] y de la velocidad [388] de fusión.
- ix) Presencia de las tres fases con solución exacta: [589].
- x) Diversos problemas con la presencia de las fases líquida y

gaseosa con soluciones exactas: [147].

- xi) Aplicabilidad de la solución de Neumann mediante el análisis de la importancia de la conducción de calor sobre la convección en la fase líquida: [579].

B) METODOS NUMERICOS.

Se pueden destacar los siguientes items:

- 1) Soluciones aproximadas: [44,45,267,383,528,550]. Aproximación de un problema con coeficientes variables mediante un proceso de m capas [290].
- 2) Método de las diferencias finitas: [13,25,52,64,67,68,122,172,217,236,248,280,284,326,354,378,388,419,426,480,528,547,599,607,609,610].
- 3) Método de los elementos finitos: en espacio [125,414], en espacio-tiempo [617]. Discontinuidad en la temperatura [617], estabilidad [414].
- 4) Método de las líneas: [17,292,394].
- 5) Método variacional: [267,634].
- 6) Método del balance integral: [109,247,289,290,416,552,564,579,641]. Aplicaciones a aleaciones [416,581,582,584], a casos multifases [109].
- 7) Método del desarrollo en serie: [42,45,49,185,241,450,564,566-570].
- 8) Método de perturbación: [377,378,562].
- 9) Método de las isotermas: [106].
- 10) Método de Monte Carlo: [271].
- 11) Método gráfico: [380].
- 12) Obtención de resultados mediante diversos métodos numéricos: soluciones aproximadas [267,528,550], diferencias finitas [13,25,52,122,172,217,236,248,280,284,326,354,378,388,419,426,480,528,547], elementos finitos [125,414,617], variacional [267,634], balance integral [247,289,290,416,564,579,581,582,584,641], desarrollo en serie [49], perturbación [377,378,562], isotermas [106],

Monte Carlo [271], gráfico [380], soluciones exactas [42,111,115,149,287,298,299,362,582,584,594,615], función de entalpía [25,52,67,102,480,547]. Cálculo del tiempo [25] y de la velocidad [388] de fusión.

- 13) Comparación de resultados teóricos o numéricos mediante diferentes métodos: [25,52,125,172,248,271,289,290,354,362,377,378,380,419,528,547,562,582,594,615,617,634,641].
- 14) Comparación de resultados con densidades de masa de las fases sólida y líquida iguales y desiguales: [111,280,380,584].
- 15) Comparación con resultados experimentales: del propio trabajo [122,416,562], de otros trabajos [564,594]. Ver también II.1.3.2 (Trabajos experimentales).

C) APLICACIONES.

- 1) Acumulación de energía solar mediante materiales de cambio de fase: [550].
- 2) Formación de cristales de hielo: [564].
- 3) Fusión de una pared conductora mediante una compresión móvil: [589 (solución exacta)].
- 4) Problema de la soldadura: [13].
- 5) Determinación de las tensiones térmicas en un: cuerpo elástico en fusión [561], cuerpo elasto-plástico en solidificación [42].
- 6) Procesos de transporte de masa: [241].
- 7) Problema en un medio poroso con un proceso de evaporación: [267].
- 8) Problemas con la presencia de aleaciones: [416,569,581,582,584,594,615].

II.1.2. CASO MULTIDIMENSIONAL.

II.1.2.1. A UNA FASE.

Se darán los métodos teóricos y numéricos utilizados, como asimismo las aplicaciones realizadas, a saber:

A) METODOS TEORICOS.

Se pueden destacar los siguientes items:

1) Problemas con simetría cilíndrica:

- i) Soluciones exactas: [99,565].
- ii) No linealidad del problema: [442].
- iii) Fuente de energía sobre la frontera libre: [114,270].
- iv) Ecuación integral para la temperatura con convección sobre la frontera libre: [114].
- v) Se tiene en cuenta la convección natural en la fase líquida: [553].
- vi) Utilización de: transformaciones integrales [508], función de Green [114], función de entalpía [25,137].
- vii) Cálculo del tiempo de fusión: [25].
- viii) Soluciones aproximadas: [383,442,503,508,549].
- ix) Utilización del método: cuasi-estacionario [511,621], iterativo [337,508,525,537], del desarrollo en serie [337,442,508,525], de perturbación [379,473], del balance integral [249,270,449,522], de diferencias finitas [7,25,27,249,498,503,553,558,565], de relajación [7,621], de la función de Green [114].
- x) Obtención de resultados numéricos: [7,25,27,114,137,249,270,337,379,442,449,473,498,503,508,511,525,537,553,558,565,621].
- xi) Comparación de resultados teóricos o numéricos mediante diferentes métodos: [7,27,137,249,449,498,508,511,537,565].

2) Problemas con simetría esférica:

- i) Soluciones exactas: [99,346,347,565].
- ii) Generalización de ecuaciones y condiciones de contorno: [397].
- iii) Resultados de existencia y unicidad: [218].
- iv) Acoplamiento con la ecuación de Navier-Stokes: [288].
- v) La frontera libre es monótona: [218].
- vi) Fuente de energía sobre la frontera libre: [173,262].
- vii) Cálculo del tiempo de comienzo de la fusión: [262].
- viii) Utilización de: transformaciones integrales [508,644], función de Green [173], ecuaciones integrales [173,262(para la frontera libre)].
- ix) Frontera libre a velocidad constante: solidificación [346], fusión [348].

- x) Problema inverso con frontera libre del tipo: $s(t) = s_0 + s_1 t$ [346,348], $s(t)s'(t) = \text{cte}$ [348], otras leyes [347]. Solución por serie [348,349,483].
- xi) Soluciones aproximadas: [383,508,549].
- xii) Utilización del método: iterativo [262,538], del desarrollo en serie [262,297,337,508,538,630], de perturbación [438,439,473], de ortogonalización [288], del balance integral [249,449], de diferencias finitas [249,558,565], de líneas [240,397].
- xiii) Obtención de resultados numéricos: [173,240,262,249,288,337,449,473,508,538,558,565,630,644].
- xiv) Comparación de resultados teóricos o numéricos mediante diferentes métodos: [173,240,249,449,508,538,565].
- xv) Comparación con resultados experimentales: [498,644].
- xvi) Correlación con datos experimentales: [347].

3) Formulaci3n entálpica: [25,137].

4) Formulaci3n débil:

- i) Resultados de existencia y unicidad: [223].
- ii) Monotonía de la fase líquida: [223].

5) Inecuaciones variacionales parabólicas:

- i) Primer cambio de funci3n inc3gnita: [161,162].
- ii) Resultados de existencia y unicidad: [59,161,162,233,371,476,477].
- iii) Resultados de regularidad: [233,476,477].
- iv) Equivalencia con el problema clásico: equivalencia formal [368,369], condiciones necesarias y suficientes [237], equivalencia completa [477].
- v) Aplicaciones a la homogenizaci3n del problema [370,371].
- vi) Fuente de energía sobre la frontera libre: [496].
- vii) Encuadramiento de la frontera libre: [476,477].
- viii) Dependencia de la frontera libre de los datos: [411].
- ix) Utilizaci3n del método de penalizaci3n: [161,162,233,371,497].
- x) Propiedades de comparaci3n: [59,477].
- xi) Comportamiento asint3tico: [477]. Convergencia asint3tica de la frontera libre [477].
- xii) Caso estacionario: [59,477].

- xiii) Aplicaciones a: problemas de control óptimo con la observación de la temperatura y/o frontera libre [497], la solidificación de un metal fundido (problema de la colada continua) [59,476,477,497],
- 6) Inecuaciones variacionales pseudo-parabólicas:
- i) Planteo del problema: [152].
 - ii) Resultados de existencia y unicidad: [152].
- 7) Equivalencias de formulaciones:
- i) Inecuaciones variacionales con formulación débil: [233].
 - ii) A través de la formulación con un cuerpo ficticio: [50,51,262,630].
- 8) Resultados de existencia y unicidad:
- i) En coordenadas esféricas: [218].
 - ii) A través de: inecuaciones variacionales parabólicas [59,161,162,233,371,476,477], inecuaciones variacionales pseudo-parabólicas [152], formulación débil [223].
- 9) Resultados de regularidad:
- i) Monotonía respecto de los datos: [233].
 - ii) Solución clásica: [72,476,477].
 - iii) La temperatura es continua en: dimensión dos [74], cualquier dimensión [75,77]. Módulo de continuidad [77].
 - iv) La frontera libre: es continua en coordenadas polares [233], está representada por una función Lipschitz [72,74,233], es de clase C^1 [73], es analítica [476,477].
 - v) La temperatura y la frontera libre son analíticas con respecto a las variables de espacio y de segunda clase de Grevey respecto del tiempo: [328].
- 10) Homogeneización: [370,371].
- 11) Utilización de transformaciones integrales: Laplace [71,551].
- 12) Método de las ecuaciones integrales: para la frontera libre [50,262].
- 13) Problema con calor específico nulo:
- i) Planteo del problema: [175].
 - ii) Inecuación variacional elíptica: existencia y unicidad [175].
 - iii) Aproximación numérica a través del método de los elementos

finitos: [175].

iv) Obtención de resultados numéricos: [138,175].

v) Solución exacta en coordenadas cilíndricas y esféricas: [565].

14) Otras características:

i) Acoplamiento con la ecuación de Navier-Stokes: [288].

ii) Se tiene en cuenta la convección natural en la fase líquida: [553].

iii) Fuente de energía sobre la frontera libre: [50,51,630].

iv) Problema con velocidad constante de la frontera libre: [71].

v) Caso estacionario: [71].

vi) No linealidad del problema: [286,442].

vii) Tiempo de comienzo de la fusión: [50,51,262,630].

viii) Cálculo de la frontera libre sin previa determinación de la temperatura: [286].

ix) Aplicación a la resolución numérica en cualquier geometría: [498].

B) METODOS NUMERICOS.

Se pueden destacar los siguientes items:

1) Soluciones aproximadas: [50,286,383,503,508,551].

2) Método de las diferencias finitas: [136,138,551]. En coordenadas cilíndricas [7,25,27,137,249,498,503,553,558,565], esféricas [249,558,565].

3) Métodos de los elementos finitos: [175,294,497].

4) Método de las líneas: [400]. En coordenadas cilíndricas [114], esféricas [240,397].

5) Método del balance integral: [126]. En coordenadas cilíndricas [249,270,449,552], esféricas [249,449]. En cuerpos que tienen una forma geométrica de elipse [158], elipsoide [158], cubo [472], prisma rectangular [158,448].

6) Método del desarrollo en serie: [50,51,262,297,337,379,442,508,525,537,538,630].

7) Método de perturbación: [438,439,473,551].

8) Método de ortogonalización: [288].

9) Método de relajación: [7,621].

- 10) Método de las inecuaciones variacionales: [59,152,161,162 , 233, 237,294,368-371,411,476,477,496,497] .
- 11) Método de migración isotérmica: [136] .
- 12) Método de integración en direcciones alternadas: [398] .
- 13) Método cuasi-estacionario: [511,621] .
- 14) Obtención de resultados mediante diversos métodos numéricos: soluciones aproximadas [286,503] , diferencias finitas [7,25,27,136-138,249,498,503,551,553,558,565] , elementos finitos [175,497] , líneas [114,240,397,400] , balance integral [126,249,270,448 , 449, 472,522] , desarrollo en serie [50,262,337,442,525,630] , perturbación [438,439,473,551] , relajación [7,621] , inecuaciones variacionales [294,411,497] , ortogonalización [288] , migración isotérmica [136] , direcciones alternadas [398] , cuasi-estacionario [511, 621] , transformaciones integrales [71,508] , función de Green [114, 173] , función de entalpía [25,137] . En coordenadas cilíndricas [7,27,114,137,249,262,270,337,379,442,449,498,503,507 , 511,525, 537,553,558,565,621] , esféricas [173,240,249,288,337,397,449,508, 538,558,565] . Cálculo del tiempo de fusión [25] .
- 15) Comparación de resultados teóricos o numéricos mediante diferentes métodos: [7,25,27,126,137,138,173,240,249,286 , 398,438,439, 448,449,472,473,498,508,511,537,538,565] .

C) APLICACIONES.

- 1) Almacenamiento de energía térmica mediante un cambio de fase: [525] .
- 2) Crecimiento de un núcleo de níquel: [288] .
- 3) Solidificación de un líquido: en un canal [503] , sobre un cuerpo sólido que se mueve a velocidad constante [71] .
- 4) Fusión de un sólido, a su temperatura de fusión, mediante un vapor condensado: [126] .
- 5) Condensación de una gota en un vapor saturado de su propia substancia: [223] .
- 6) A problemas con reacciones químicas veloces: [644] .
- 7) A problemas de tiempo final óptimo: [233,260,368,369] .

- 8) A problemas de control óptimo con la observación de la temperatura y/o frontera libre: [497].
- 9) A problemas de electroquímica: [138,175].
- 10) Cálculo de la zona congelada: [511].
- 11) Fusión de metales: [173].
- 12) Solidificación de un metal fundido (problema de la colada continua): [59,314,476,477,496,497,522].
- 13) Contracción de un lingote cilíndrico solidificado y aumento del tiempo de solidificación: [27].

11.1.2.2. A DOS FASES.

Se darán los métodos teóricos y numéricos utilizados, como asimismo las aplicaciones realizadas, a saber:

A) METODOS TEORICOS.

Se pueden destacar los siguientes items:

- 1) Problemas con simetría cilíndrica:
 - i) Soluciones exactas: caso de evolución [99,100,287,296,437], con calor latente de fusión y calor específico nulos [580], caso estacionario [273,573], caso de la presencia de las tres fases [437].
 - ii) Método de la inmovilización del dominio: [159,554].
 - iii) Densidades de masa diferentes de las fases sólida y líquida: [100,287,309,380].
 - iv) Problema con un tercer cuerpo sólido: [309].
 - v) Utilización de: transformaciones integrales de Hankel y Laplace [434], función de entalpía [106].
 - vi) Acoplamiento con la ecuación de Navier-Stokes: [287].
 - vii) Ecuación integral para la frontera libre: [513,518].
 - viii) Resultados de existencia y unicidad para el caso finito: [513 (condiciones de temperatura en un extremo y flujo de calor en el otro), 518 (condiciones de flujo de calor en ambos extremos y los coeficientes térmicos dependientes de la temperatura)].
 - ix) Soluciones aproximadas: [99,355 (para valores del tiempo pequeños)].

- x) Utilización del método: iterativo [513,518], del desarrollo en serie [311,355,434,536], de perturbación [309,311], de diferencias finitas [159,499,554,580], de isothermas [106], variacional [36], gráfico [380].
- xi) Obtención de resultados numéricos: [36,159,287,309,311,355,380,434,499,536,580].
- xii) Comparación de resultados teóricos o numéricos mediante diferentes métodos: [36,311,355,380,434,499].
- xiii) Comparación de resultados con los correspondientes a coordenadas planas: [554].

2) Problemas con simetría esférica:

- i) Soluciones exactas: caso de evolución [100,287,437], caso estacionario [573]. Planteo del problema sin el cálculo de la solución [60].
- ii) Densidades de masa diferentes de las fases sólida y líquida: [100,287,380].
- iii) Acoplamiento con la ecuación de Navier-Stokes: [287].
- iv) Ecuación integral para la frontera libre: [513,518]. Ecuación integrodiferencial [578].
- v) Resultados de existencia y unicidad para el caso finito: [513 (condiciones de temperatura en un extremo y flujo de calor en el otro), 518 (condiciones de flujo de calor en ambos extremos y los coeficientes térmicos dependientes de la temperatura)].
- vi) Problema inverso: [387].
- vii) Fenómenos mecánicos: [597].
- viii) Utilización: del método de semejanza [70], de la función de entalpía [106].
- ix) Soluciones aproximadas: [110,383].
- x) Utilización del método: iterativo [513,518,578], del desarrollo en serie [387], de diferencias finitas [110], de las líneas [394], de isothermas [106], de superposición de solu

ciones [70], gráfico [380].

xi) Obtención de resultados numéricos: [70,110,287,380,394,578].

xii) Comparación de resultados teóricos o numéricos mediante diferentes métodos: [70,380,578].

3) Soluciones exactas:

i) Caso estacionario: [214].

ii) Para ensayos numéricos en la región $[0,1] \times [0,1]$: [116,117].

iii) En coordenadas: cilíndricas [99,100,273,287,296,437,573,580], esféricas [100,287,437,573].

4) Formulación entálpica:

i) Resultados de: existencia [67,142,143,146,307,308], unicidad [67,138,142,143,146], comparación [143].

ii) Comportamiento asintótico: [390].

iii) Homogenización del problema: [145].

iv) Utilización del método de regularización: [143].

v) Problemas con multifases: [67,106].

vi) Deducción de las condiciones sobre la frontera libre: [526].

vii) Generalizaciones: [33,144,146,307,308,479].

viii) Obtención de resultados numéricos mediante la utilización de los métodos de: diferencias finitas [67,395,499,526,527], elementos finitos [125], las líneas [395], isotermas [106], semi-grupos [33], truncación [479].

5) Diversas formulaciones débiles:

i) Resultados de: existencia [58,142,143,146,151,223,343,367], unicidad [58,142,143,223,343,367].

ii) Comportamiento asintótico: [223].

iii) Estabilidad y comparación de soluciones: [223].

iv) Obtención de resultados numéricos mediante la utilización del método de los elementos finitos en: espacio [116,117], espacio-tiempo [54].

6) Inecuaciones variacionales parabólicas:

i) Primer cambio de función incógnita: [3,163-166,217]. Cambio similar de función incógnita [495].

ii) Resultados de existencia y unicidad: [3,154,163,217,495,572,

575]. En problemas de control óptimo [495,497].

iii) Comportamiento asintótico: [572].

iv) Comportamiento cuando el calor latente tiende a cero: [572].

v) Problema con calores específicos dependientes de la temperatura: [164-166].

vi) Utilización del método de: regularización [3,217,495,497], penalización [3,217].

vii) Resolución numérica: [3,57,326,495,497].

viii) Modelo para procesos termodinámicos de no-equilibrio con cambio de fase: [154].

ix) Aplicaciones: en medios porosos [3,217], al problema de la colada continua [497], a la fusión de una aleación binaria [154].

7) Ecuaciones no lineales:

i) Resultados de existencia y unicidad: [35].

ii) Convergencia de un método de aproximación a través de la teoría de semi-grupos: [33].

iii) Problema con convección en la fase líquida: [35,497].

8) Ecuaciones integrales: [467,539]. De forma equivalente al problema [65,66]. Estabilidad de la solución [65].

9) Equivalencias de formulaciones:

i) Inecuaciones variacionales con formulación débil a través de la función de entalpía: [142].

ii) A través de la formulación con un cuerpo ficticio: [355,436].

10) Resultados de unicidad:

i) En coordenadas cilíndricas y esféricas: [513,518].

ii) A través de la formulación: en inecuaciones variacionales [3, 154,217,495,572,575], en entalpía [67,138,142,143], débil [58, 142,143,223,343], en ecuaciones no lineales [35], en ecuaciones integrales [65,66].

11) Resultados de existencia:

i) En coordenadas cilíndricas y esféricas: [513,518].

ii) A través de la formulación: en inecuaciones variacionales [3, 154,217,495,572,575], en entalpía [33,67,142,143,146,307,308, 395], débil [58,142,143,146,151,223,343], en ecuaciones no li

neales [33,35], en ecuaciones integrales [65,66].

- 12) Resultados de regularidad: la temperatura es continua en cualquier dimensión a través de ecuaciones parabólicas singulares [151], de la formulación en entalpía [76].
- 13) Comportamiento asintótico: a través de la formulación débil [223], entálpica [390], de inecuaciones variacionales [572].
- 14) Caso estacionario:
 - i) Soluciones exactas con desigualdades para el flujo de calor: [573].
 - ii) Ecuación variacional: resultados de existencia y unicidad [571,572].
 - iii) Acoplamiento con la ecuación de Stokes para la fase líquida: resultados de existencia de la formulación variacional [81].
 - iv) Utilización del método de perturbación: [214,215,309,475].
- 15) Acoplamiento con la ecuación de Navier-Stokes: [256,287,475].
- 16) Homogenización: [145].
- 17) Convergencia de diferentes métodos numéricos:
 - i) Diferencias finitas: [67].
 - ii) Líneas: [395].
 - iii) Semi-grupos: [33].
- 18) Densidades de masa diferentes de las fases sólida y líquida:
 - i) En coordenadas: cilíndricas [100,287,309], esféricas [100,287].
 - ii) Acoplamiento con la ecuación de Navier-Stokes: [287,475].
 - iii) Estabilidad de la interfase sólida-líquida: [596].
 - iv) Variación del parámetro de solidificación: [287].
 - v) Efecto del cambio de densidades y comparaciones numéricas a través de la formulación en entalpía: [527].
- 19) Problema con calor latente nulo: resultados de existencia y unicidad de la ecuación variacional parabólica [572].
- 20) Utilización de transformaciones: integrales de Hankel y Laplace [434], conformes [338].
- 21) Utilización de teoremas de punto fijo: [65,66,81,512,513].

- 22) Problemas de cambio de fase en medios porosos: [3,217].
- 23) Particularidades de la frontera libre:
- i) Condiciones sobre la frontera libre: [435,467,526]. La condición de Stefan es no lineal [286,435,437]. Deducción de las ecuaciones y condiciones sobre la frontera libre por métodos de conservación de energía [526].
 - ii) Fuente de energía sobre la frontera libre: [539].
 - iii) Cálculo de la frontera libre sin previa determinación de la temperatura: [286].
- 24) Otras características:
- i) Se tiene en cuenta la convección natural en la fase líquida: [338].
 - ii) Formulación como si fuese un problema de conducción del calor con una fuente de calor móvil: [433,467].
 - iii) Problema análogo al de Neumann del caso unidimensional: [467].
 - iv) Cálculo del tiempo: del comienzo de la fusión [355,539], de fusión total [355].
 - v) Fusión con la presencia de aire caliente sin llegar a la evaporación: [475].

B) METODOS NUMERICOS

Se pueden destacar los siguientes items:

- 1) Soluciones aproximadas: [99,215,286,354,355,383,436].
- 2) Método de las diferencias finitas: [67,338,354,394,395,526,527]. En coordenadas cilíndricas [499,536,554,580].
- 3) Método de los elementos finitos en: espacio [4,57,116,117,125,326,497], espacio-tiempo [54].
- 4) Método de las líneas: [395]. En coordenadas esféricas [394].
- 5) Método variacional: en coordenadas cilíndricas [36].
- 6) Método del balance integral: [256].
- 7) Método del desarrollo en serie: [70,355,387,434,436,536,539].
- 8) Método de perturbación: [215,309,311,475].
- 9) Método de truncación: [479].
- 10) Método iterativo (de aproximaciones sucesivas): [578].

- 11) Método de las inecuaciones variacionales: [3,57,154,163-166,217,326,495,497,572,575].
- 12) Método de las isoterma: [106].
- 13) Método de los semi-grupos: [33].
- 14) Método de la superposición de soluciones: [467].
- 15) Obtención de resultados mediante diversos métodos numéricos: soluciones aproximadas [286], diferencias finitas [236,338,394,395,495,497,499,526,527,536,554,580], elementos finitos [4,54,116,117,125], líneas [394,395], variacional [36], balance integral [256], desarrollo en serie [70,355,434,436,539], perturbación [308,311,475], truncación [479], iterativo [578], inecuaciones variacionales [3,57,326,495,497], semi-grupos [33], superposición de soluciones [467], modelo de partículas discretas [251], solución exacta [287].
- 16) Comparación de resultados teóricos o numéricos mediante diferentes métodos: [36,70,116,117,125,286,311,326,338,355,434,467,475,499,578].

C) APLICACIONES

- 1) Solidificación de un metal fundido (problema de la colada continua): [35,338,497].
- 2) Formación de hielo: [296].
- 3) Fusión de una aleación binaria: [154].
- 4) Solidificación del pavimento: [3,4,217].
- 5) Flujo de un líquido dentro de un tubo circular: [434,536].
- 6) A problemas de: control óptimo [495], medios porosos [3,4,217], sustancias impuras (con coeficientes térmicos dependientes de la temperatura y con calor específico teniendo picos) [200].

11.1.3. OTRAS GENERALIDADES

11.1.3.1. PROBLEMAS DE FRONTERA LIBRE CON LA PRESENCIA DEL ESTADO GASEOSO

Se dan las siguientes características:

A) METODOS TEORICOS, NUMERICOS Y EXPERIMENTALES:

Se pueden destacar los siguientes items:

- 1) Utilización de coordenadas: esféricas [170,182,219,220,444-447], cilíndricas [2,10,170,444], unidimensionales [10,103,160,252,272,363,633].
- 2) Existencia de una fuente de energía sobre la frontera libre: [10,103,170,252,361,363].
- 3) Condiciones sobre la interfase líquida-gaseosa: [103,124,126,252,272,335,363,403,410,444,598].
- 4) Solución exacta: [103,147,160,168,253,363,403,444,589,632,633].
- 5) Solución cuasi-estacionaria: [169,170].
- 6) Solución aproximada: [361 (para valores de tiempo pequeños y grandes), 447 (para valores grandes de la coordenada radial)].
- 7) Utilización de ecuaciones integrales: [219,220,253,255].
- 8) Utilización de la transformada de Laplace: [10,253,446,633].
- 9) Existencia y unicidad: [219,220].
- 10) Comportamiento asintótico de la solución: [219].
- 11) Analiticidad de la solución respecto de parámetros: [219].
- 12) Coeficiente que caracteriza la frontera libre que separa las fases líquida y gaseosa: [103,160,363,633].
- 13) Coeficiente que caracteriza el crecimiento de una burbuja de gas en un líquido: [444,632].
- 14) Ecuación que rige el movimiento del crecimiento y/o ruptura de una burbuja de gas en un líquido: burbuja de forma esférica [220,259,403,444-447,632], burbuja de forma cualquiera [403].
- 15) Ecuación que rige el movimiento de burbujas de gas en una solución líquida-gaseosa a través de la concentración: [182,219].
- 16) Presencia de las tres fases con solución exacta: [589].
- 17) Diversos problemas con la presencia de las fases líquida y gaseosa con soluciones exactas: [147].
- 18) Utilización del método: de punto fijo [219,220], iterativo [169,170], del balance integral [126,245,252,361], de perturbación [10,160,219,446], variacional [267], de las integrales primeras a través de ecuaciones a derivadas parciales de primer orden [253,254].

- 19) Realización de aproximaciones: [108,179,182,335,363,445].
- 20) Realización de cálculos numéricos: [10,61,103,108,124,126,160,168-170,179,252,255,259,267,272,335,361,363,409,410,444,445,447,632,633].
- 21) Cálculo de la velocidad de: condensación [107], fusión [107,177].
- 22) Cálculo de la frontera libre en un proceso de evaporación mediante calentamiento por laser o haces de electrones: [10].
- 23) Formación de líquido por condensación y fusión: [108,179].
- 24) Influencia del efecto de la radiación térmica en procesos de evaporación: [103,252,363].
- 25) Sistema líquido-gaseoso de uno o varios componentes: [633].
- 26) Trabajos experimentales: [30,255,444,445,447,523,600].
- 27) Comparación de resultados experimentales con los de otros trabajos: [363,600].
- 28) Comparación de resultados teóricos y experimentales del mismo trabajo: [30,255,444,445,447].
- 29) Comparación de resultados teóricos con resultados experimentales de otros trabajos: [124,168,598].
- 30) Comparación de resultados teóricos y numéricos mediante diferentes métodos: [103,108,126,179,255,259,361,598,632,633].

B) APLICACIONES

Se pueden destacar las siguientes:

- 1) Accidente en reactores nucleares: [177].
- 2) Formación de una corteza sólida mediante un flujo de gas sobre una superficie fría: [361].
- 3) Proceso de sublimación en un cuerpo de longitud finita: [168-170].
- 4) Burbuja de vapor en un líquido: [182,219,220,259,403,444-447,632].
- 5) Inyección de gas de helio en oxígeno líquido (en cohetería espacial): [632].
- 6) Ciclo periódico de evaporación y condensación de una burbuja bi-fásica líquida-vapor desplazándose por gravedad: [409].

- 7) Determinación del radio de una burbuja de gas separándose de un plano de solidificación: [124].
- 8) Crecimiento o disolución de una superficie plana de un fluido en una fase líquida de composición binaria: [160].
- 9) Movimiento de una superficie en evaporación mediante un alto ca lentamiento por laser o haces de electrones: [10].
- 10) Problema en un medio poroso con un proceso de evaporación: [267].
- 11) Fusión de un sólido, a su temperatura de fusión, mediante un va por condensado: [126].
- 12) Otros problemas con evaporación o condensación: [61,252,272,335,523,598].

11.1.3.2. TRABAJOS EXPERIMENTALES.

Se pueden destacar los siguientes items (nose incluyen aquellos trabajos en los cuales se presenta el estado gaseoso):

- 1) Aplicación a aleaciones: [357,416].
- 2) Fusión por fenómenos eléctricos: [39].
- 3) Ablación del teflon: [122].
- 4) Fusión y solidificación periódica del agua mediante una tempera tura sinusoidal en el borde fijo: [514].
- 5) Formación de un cráter por descarga eléctrica: [592].
- 6) Excavación en una base, por fusión, mediante un chorro de agua: [640].
- 7) Solidificación de una sustancia húmeda: [277].
- 8) Penetración de un líquido, a su temperatura de fusión, en un tu bo frío: [181 (utilización de una ecuación integral y resolución numérica de la penetración del líquido mediante aproximaciones sucesivas), 183].
- 9) Estudio de la velocidad de propagación de la interfase sólida-líquida considerando diferentes densidades de masa: [356,357,635].
- 10) Estabilidad de la interfase sólida-líquida: [105].
- 11) Estabilidad de una corteza solidificada entre dos líquidos siendo uno de ellos su fase líquida: [178].

- 12) Diferencias en las velocidades de difusión en aleaciones, con distintos tratamientos preliminares, en un considerable rango de temperatura: [56].
- 13) Solidificación de metales: [123,624,626,627].
- 14) Solidificación del pavimento en regiones frías: [4].
- 15) Acumulación de energía solar por intermedio de materiales de cambio de fase: [415].
- 16) Simulación del cambio de fase agua-hielo en un recipiente: [636].
- 17) Trabajos con la presencia de: fusión [41,601,635,637], cristalización [104], solidificación [41,310,418,642], otros [23, 28, 210,466].
- 18) Comparación de resultados teóricos y experimentales realizados en el mismo trabajo: [39,104,122,123,178,183,273,277,356, 357, 378,416,592,642].
- 19) Comparación de resultados experimentales realizados con resultados teóricos de otros trabajos: [41,273,310,418,504,635,637].
- 20) Comparación de resultados experimentales realizados con resultados experimentales de otros trabajos: [357].
- 21) Comparación con la solución exacta del tipo de Neumann: [273, 277,310,356,357,378,635].

11.1.3.3. INTERFASE SOLIDA-LIQUIDA

Se pueden destacar los siguientes items:

- 1) Estabilidad: [128,129,506,596].
- 2) Expresión analítica de la velocidad lenta de la interfase sólida-líquida en un proceso de solidificación de un cuerpo finito con ley de Newton en ambos extremos y despreciándose lo relativo al calor latente: [474].
- 3) Cálculo de la concentración: despreciando lo correspondiente a la conducción del calor [611], despreciando la velocidad de la interfase [545] y haciendo asimismo un estudio de la validez de la aproximación, despreciando la difusión en la fase sólida y con una velocidad constante de la interfase: [546].

- 4) Cálculo de la velocidad: [360].
- 5) Cálculo de la temperatura y concentración: [293].
- 6) Realización de cálculos numéricos: [128,129,293,474,506,545,546,611].
- 7) Utilización del método de perturbación: [293].
- 8) Utilización de la transformada de Laplace: [546].
- 9) Trabajos experimentales: [105].
- 10) Comparación con resultados experimentales de otros trabajos: [128,360,506].
- 11) Aplicación a aleaciones: [128,129].

11.1.3.4. OTRAS APLICACIONES

Además de las aplicaciones ya enunciadas en los párrafos anteriores, se pueden destacar los siguientes:

- 1) A problemas en reactores nucleares: [389].
- 2) A problemas en biología: [127,365,482,540].
- 3) A problemas en geofísica: [595].
- 4) A problemas en la industria siderúrgica: algunos problemas de frontera libre [441], fusión de la chatarra [443], fusión o solidificación en hornos eléctricos [285], solidificación de aleaciones [278].
- 5) A problemas en la industria del vidrio: fusión del "batch" [239], uso de ciertos cristales conductores de la electricidad como interruptores [239].
- 6) Acumulación de energía solar por medio de materiales de cambio de fase: [415].
- 7) Al conducto trans-Alaska: [620].
- 8) Formación de cavidades en una superficie: [11].
- 9) Determinación de la temperatura en los alrededores de una soldadura: [381].
- 10) Fusión de un glacial de hielo en un mar caliente: [257,258,613].
- 11) Impacto de una barra visco-plástica sobre un obstáculo rígido: [199].

11.2. PROBLEMAS DE FRONTERA LIBRE NO DEL TIPO DE STEFAN

Entre los problemas de frontera libre para la ecuación del calor, que no sean del tipo de Stefan, se analizarán los siguientes:

11.2.1. DIFUSION DEL OXIGENO EN UN TEJIDO ABSORBENTE

A) CASO UNIDIMENSIONAL:

Se pueden destacar los siguientes items:

- 1) Planteo del problema: [134].
- 2) Estudio de métodos aproximados y su convergencia: [19,32].
- 3) Inecuación variacional: [18,19,31].
- 4) Formulación integral: [134,275].
- 5) Formulación en un dominio fijo: [32,478].
- 6) Concavidad de la frontera libre: [207].
- 7) Expresión asintótica para tiempos pequeños: [134,275].
- 8) Problema generalizado: [478].
- 9) Realización de cálculos numéricos: [31,32,134,135,275,406].

B) CASO MULTIDIMENSIONAL

Se pueden destacar los siguientes items:

- 1) Inecuación variacional: [166,167].
- 2) Resultados de existencia y unicidad: [166,167].
- 3) Comportamiento asintótico: [166,167].
- 4) Problema generalizado: [478].
- 5) Problema en coordenadas cilíndricas: [190].
- 6) Realización de cálculos numéricos: [190].

11.2.2. FLUJO DE DOS LIQUIDOS INMISCIBLES EN UN MEDIO POROSO (PROBLEMA DE MUSKAT O VERIGIN)

Se pueden destacar los siguientes items:

- 1) Planteo del problema: [186].
- 2) Ecuación integral equivalente: [235,318-320].
- 3) Estudio de métodos aproximados y su convergencia: [86,118].
- 4) Resultados de unicidad: [20,189,235].
- 5) Resultados de existencia: [186 y 187 (existencia local a través de un problema de frontera móvil), 188 (existencia global), 235,318-320].
- 6) Resultados de regularidad: [188,189].
- 7) Analiticidad de la frontera libre: [20].
- 8) Formulación débil y su existencia y unicidad: [86].

11.2.3. FILTRACION DE UN LIQUIDO COMPRESIBLE EN UN MEDIO POROSO

A) CASO UNIDIMENSIONAL

Se pueden destacar los siguientes items:

- 1) Planteo del problema: [230,590].
- 2) Estudio de métodos aproximados y su convergencia: [230,238,590].
- 3) Inecuación variacional y su existencia y unicidad: [590].
- 4) Inecuación cuasi-variacional y su existencia y unicidad: [230].
- 5) Resultados de regularidad: [590].
- 6) Analiticidad de la frontera libre: [228].
- 7) Comportamiento asintótico: [230].

B) CASO MULTIDIMENSIONAL

Se pueden destacar los siguientes items:

- 1) Inecuación cuasi-variacional y su existencia y unicidad: [231].
- 2) Inecuación variacional y su existencia y unicidad: [591].
- 3) Aproximación numérica: [231].

11.2.4. IMPACTO DE UNA BARRA VISCOPLASTICA SOBRE UN OBSTACULO RIGIDO

Se pueden destacar los siguientes items:

- 1) Planteo del problema: [22,199,544].
- 2) Resultados de unicidad: [339,340].
- 3) Inecuación cuasi-variacional y su existencia y unicidad: [234].
- 4) Reformulación del problema mediante un cambio de función incógnita: [199].
- 5) Soluciones aproximadas: [22,199 (estudio de convergencia)].
- 6) Ecuación integral para la frontera libre: [339,340].
- 7) Comportamiento de la frontera libre para tiempos pequeños: [339,340].
- 8) Generalización del problema: ecuación integral [339,340], unicidad [339,340], comportamiento de la frontera libre para tiempos pequeños [339].

11.2.5. REACCIONES QUIMICAS ENTRE DOS SUBSTANCIAS

Se pueden destacar los siguientes items:

- 1) Planteo del problema: [92].
- 2) Formulación débil y su existencia y unicidad: [80,85,92].
- 3) Dependencia de la solución de los datos: [85,92].
- 4) Estudio de métodos aproximados y su convergencia: [85,92].

5) Reacciones químicas veloces: [612 (desarrollo en serie), 644].

11.2.6. OTROS PROBLEMAS DE FRONTERA LIBRE PARA LA ECUACION DEL CALOR

Se clasifican, los demás problemas de frontera libre para la ecuación del calor, en dos tipos: implícito y explícito:

11.2.6.1. DE TIPO IMPLICITO

Son aquellos en los cuales $s'(t)$ no aparece explícitamente en las condiciones sobre la frontera libre.

Se pueden destacar los siguientes items:

- 1) Soluciones exactas: [492].
- 2) Solución fundamental: [281]
- 3) Método de inmovilización del dominio: [204].
- 4) Resultados de existencia y unicidad: [29, 204, 227, 234, 336, 492, 502, 618].
- 5) Dependencia continua de los datos: [204].
- 6) No dependencia continua de los datos: [193].
- 7) Comportamiento asintótico: [336].
- 8) Resultados de regularidad: [29, 336].
- 9) Problemas con solución indeterminada o no existencia de soluciones: [193].
- 10) Utilización de inecuaciones: variacionales [29], cuasi-variacionales [234].
- 11) Utilización del método: de las diferencias finitas [227], del desarrollo en serie [493].
- 12) Estimaciones sobre la solución y aproximación numérica: [82].
- 13) Realización de cálculos numéricos: [492, 493, 642].
- 14) Equivalencia con el problema de Stefan unidimensional a una fase: [193, 502].
- 15) Aplicaciones: solidificación de un líquido en un tubo circular [642], a problemas de estadística [493], a problemas de tiempo final óptimo [29, 336], a la distribución de corrientes en un superconductor [509, 510], al problema de Stefan unidimensional a una fase [82, 227 y 234 (con calor latente de fusión variable), 502].

11.2.6.2. DE TIPO EXPLICITO

Son aquellos en los cuales $s'(t)$ aparece explícitamente en las condiciones sobre la frontera libre. El ejemplo típico es el proble

ma de Stefan, el cual no será analizado aquí (ver II.1).

Se pueden destacar los siguientes items:

- 1) De un tipo singular: [16].
- 2) Solución para tiempos pequeños: [366].
- 3) Resultados de existencia y unicidad: [205,425].
- 4) Dependencia de la solución de los datos en forma: continua [205], monótona [425].
- 5) Ecuación integral para la solución y frontera libre: [112,425(ecuación integral equivalente)].
- 6) Comportamiento asintótico: [425].
- 7) Encuadramiento de la frontera libre: [425].
- 8) Obtención de un modelo termodinámico: [425].
- 9) Problemas del tipo de dos fases: [131,366].
- 10) Utilización de coordenadas esféricas: [112,425].
- 11) Obtención de resultados numéricos: [16,112,131,366,401,425].
- 12) Realización de comparaciones de resultados: [112].
- 13) Utilización del método de: semejanza [16,131], las diferencias finitas [131,366,425(estudio de la convergencia)], perturbación [16], las líneas [401].
- 14) Aplicaciones: núcleos esféricos en un estado líquido super-enfriado o bajo-enfriado [425], transferencia de calor en una varilla en expansión [401].

NOTA:

Además, se demuestra una cierta equivalencia entre los problemas de frontera libre de tipo implícito y explícito [193,204,502]. ■

NOTA FINAL:

Es mi intención continuar con este trabajo, ya sea realizando una revisión mucho más completa de la efectuada aquí así como también agregar los numerosos artículos que aún no han sido incluidos en las referencias por motivos de búsqueda bibliográfica. Me gustaría recibir todas las críticas y observaciones que los lectores quieran hacerme llegar con el objeto de que un próximo trabajo sobre el tema pueda ser de una mayor utilidad para toda la comunidad científica.

Desde ya, les agradezco vuestra colaboración.

Es también mi intención agregar otras referencias que, si bien no tratan sobre problemas de frontera móvil o libre, han sido utilizadas como *base* para el desarrollo de métodos que sí fueron aplicados a dichos problemas, como ser: ecuación parabólica o hiperbólica del calor, métodos e inecuaciones variacionales, problemas inversos, determinación de coeficientes desconocidos, principio de máximo, diversos métodos numéricos y aproximados (diferencias finitas, elementos finitos, balance integral, etc.), método de semejanza, ecuaciones integrales, teoremas del análisis funcional (punto fijo, etc.), diversos problemas técnicos, etc..

Para finalizar, el autor se disculpa por todas las omisiones que se pudieron haber realizado en la lectura de todos los trabajos.

NOTA AGREGADA A LAS PRUEBAS DE IMPRENTA.

Otras referencias adicionales podrán encontrarse en los numerosos trabajos presentados en el muy reciente Simposio Internacional "Free boundary problems: Theory and applications", A. FASANO - M. PRIMICERIO (Ed.) realizado en Montecatini (Italia) del 18 al 26 de junio de 1981, por aparecer.

Además, cabe destacarse, que la bibliografía que tengo actualmente en mi posesión supera las 1100 referencias y que serán publicadas en el futuro conjuntamente con su correspondiente análisis y clasificación.

AGRADECIMIENTO.

Parte de este trabajo ha sido posible gracias a un subsidio que la SUBCYT - CONICET (Argentina) otorgó al proyecto "Problemas de frontera libre de la Física - Matemática".

- [1] N. ABUAF - C. GUTFINGER: "Heat transfer with a moving boundary: Application to fluidized-bed coating of thin plates", *Int. J. H Mass Transfer*, 16 (1973), 213-216.
- [2] H.C. AGRAWAL: "Biot's variational principle for moving boundary problems", *Proc. Symposium on moving boundary problems in heat flow and diffusion*, Clarendon Press, Oxford (1975), 242-250.
- [3] J. AGUIRRE PUENTE - M. FREMOND: "Frost propagation in wet porous media", *Lecture Notes in Mathematics* N° 503, Springer Verlag (1976), 137-147.
- [4] J. AGUIRRE PUENTE - M. FREMOND - G. COMINI: "Etude physique et mathématique du gel des sols", *Commission B1, I.I.F., Washington* (1976), 105-117.
- [5] R. ALEXANDER - P. MANSELLI - K. MILLER: "Moving finite elements for the Stefan problem in two dimensions", *Atti della Acad. Naz. dei Lincei*, 77(1979), 57-61.
- [6] D. N. de G. ALLEN - R.T. SEVERN: "The application of relaxation methods to the solution of non-elliptic partial differential equations. II: the solidification of liquids", *Quart. J. Mech. Appl. Math.*, 5(1952), 447-454.
- [7] D.N. de G. ALLEN - R.T. SEVERN: "The application of relaxation methods to the solution of non-elliptic partial differential equations. III: Heat conductions, with change of state, in two space dimensions", *Quart. J. Mech. Appl. Math.*, 15(1962), 53-62.
- [8] M. ALTMAN: "Some aspects of the melting solution for a semiinfinite slab", *Chem. Eng. Prog. Sym. Series*, Vol. 57, N° 32 (1961), 16-23.
- [9] W.F. AMES: "Nonlinear partial differential equations in engineering", *Academic Press*, New York (1965).
- [10] J.G. ANDREWS - D.R. ATHEY: "On the motion of an intensely heated evaporating boundary", *J. Inst. Math. Appl.*, 15(1975), 59-72.
- [11] J.G. ANDREWS - D.R. ATHEY: "Analytical and numerical techniques for ablation problems", *Proc. Symposium on moving boundary problems in heat flow and diffusion*, Clarendon Press, Oxford (1975), 38-53.
- [12] B.N. ANTAR - F.G. COLLINS - G.H. FICHTL: "Influence of solidification on surface tension driven convection", *Int. J. Heat Mass Transfer*, 23(1980), 191-201.
- [13] D.R. ATHEY: "A finite difference scheme for melting problems", *J. Inst. Math. Appl.*, 13(1974), 353-366.
- [14] D.R. ATHEY: "A finite difference scheme for melting problems based on the method of weak solutions", *Proc. Symposium on moving boundary problems in heat flow and diffusion*, Clarendon Press, Oxford (1975), 182-191.
- [15] M. AV-RON - M. SHATZKES - P.J. BURKHARDT - I. CADOFF: "Distribution of dopant in $S_iO_2 - S_i$ ", *J. Appl. Physics*, 47(1976), 3159-3166.
- [16] D.K. BABU - M.TH. VAN GENUCHTEN: "A similarity solution to a nonlinear diffusion equation of the singular type: A uniformly valid solution by perturbations", *Quart. Appl. Math.*, 37(1979), 11-21.
- [17] R.D. BACHELIS - V.G. MELAMED - D.B. SHLYAIFER: "Solution of Stefan's problem by the method of straight lines", *USSR Comp. Math. and Math. Phys.*, 9(1969), 113-126.

- [18] C. BAIocchi - G.A. POZZI: "An evolution variational inequality related to a diffusion-absorption problem", *Appl. Math. Optim.*, 2(1975/76), 304-314.
- [19] C. BAIocchi - G.A. POZZI: "Error estimates and free-boundary convergence for a finite difference discretization of a parabolic variational inequality", *RAIRO-Analyse Numérique*, 11(1977), 315-340.
- [20] C. BAIocchi - L.C. EVANS - L. FRANK - A. FRIEDMAN: "Uniqueness for two immiscible fluids in a one-dimensional porous medium", *J. Diff. Eq.*, 36(1980), 249-256.
- [21] S.G. BANKOFF: "Heat conduction of diffusion with change of phase", *Advances in Chemical Engineering*, Vol. 5, Academic Press, New York (1964), 75-150.
- [22] G.I. BARENBLATT - A.Iu. ISHLINSKII: "On the impact of a visco-plastic bar on a rigid obstacle", *J. Appl. Math. Mech.*, 26(1962), 740-748.
- [23] A. G. BATHOLT - R. VISKANTA: "Heat transfer at the solid-liquid interface during melting from a horizontal cylinder", *Int. J. Heat Mass Transfer*, 23(1980), 1493-1503.
- [24] J. BAUMEISTER - K.H. HOFFMANN - P. JOCHUM: "Numerical solution of a parabolic free problem via Newton's method", *J. Inst. Math. Appl.*, 25(1980), 99-109.
- [25] D.C. BAXTER: "The fusion times of slabs and cylinders", *J. Heat Transfer*, 84 C (1962), 317-326.
- [26] R.T. BEAUBOUF - A.J. CHAPMAN: "Freezing of fluids in forced flow", *Int. J. Heat Mass Transfer*, 10(1967), 1581-1587.
- [27] P.M. BECKETT - N. HOBSON: "The effect of shrinkage on the rate solidification of a cylindrical ingot", *Int. J. Heat Mass Transfer*, 23(1980), 433-436.
- [28] M.S. BENDELL - B. GEBHART: "Heat transfer and ice-melting in ambient water near its density extremum", *Int. J. Heat Mass Transfer*, 19(1976), 1081-1087.
- [29] A. BENSOUSSAN - A. FRIEDMAN: "Nonzero-sum stochastic differential games with stopping times and free boundary problems", *Trans. Amer. Math. Soc.*, 231(1977), 275-327.
- [30] M. BENTWICH - U. LANDAU - S. SIDEMAN: "Direct contact heat transfer with change of phase", *Int. J. Heat Mass Transfer*, 13(1970), 945-956.
- [31] A.E. BERGER: "The truncation method for the solution of a class of variational inequalities", *RAIRO - Analyse Numérique*, 10(1976), 29-42.
- [32] A. BERGER - M. CIMENT - J.C.W. ROGERS: "Numerical solution of a diffusion consumption problem with a free boundary", *SIAM J. Num. Anal.*, 12(1975), 646-672.
- [33] A.E. BERGER - H. BREZIS - J.C.W. ROGERS: "A numerical method for solving the problem $u_t - \Delta f(u) = 0$ ", *RAIRO - Analyse Numérique*, 13(1979), 297-312.
- [34] A. BERMUDEZ: "Modèles mathématiques en solidification: applications en métallurgie", in *Seminaire Contrôle de Systèmes Métallurgiques*, INRIA, Le Chesnay(1980).
- [35] A. BERMUDEZ - C. SAGUEZ: "Une équation non linéaire intervenant en solidification", INRIA, Rapport de Recherche N° 34 (Septembre 1980).
- [36] J.A. BILENAS - L.M. JIJÍ: "Variational solution of axisymmetric fluid flow in tubes with surface solidification", *J. Franklin Institute*, 289(1970), 265-279.

- [37] M.A. BIOT - H.C. AGRAWAL: "Variational analysis of ablation for variable properties", J. Heat Transfer, 86 C (1964), 437-442.
- [38] M.A. BIOT - H. DAUGHADAY: "Variational analysis of ablation", J. Aerospace Sc., 29 (1962), 227-229.
- [39] W.R. BLEVIN: "Further studies of electrode phenomena in transient arcs", Australian J. Physics, 6 (1953), 203-208.
- [40] G.W. BLUMAN: "Applications of the general similarity solution of the heat equation to boundary-value problems", Quart. Appl. Math., 31 (1974), 403-415.
- [41] D.V. BOGER - J.W. WESTWATER: "Effect of buoyancy on the melting and freezing process", J. Heat Transfer, 89 C (1967), 81-89.
- [42] B.A. BOLEY: "A method of heat conduction analysis of melting and solidification problems", J. Math. and Phys., 40 (1961), 300-313.
- [43] B.A. BOLEY: "Upper and lower bounds for the solution of a melting problem", Quart. Appl. Math., 21 (1963), 1-11.
- [44] B.A. BOLEY: "Upper and lower bounds in problems of melting or solidifying slabs", Quart. J. Mech. Appl. Math., 17 (1964), 253-269.
- [45] B.A. BOLEY: "A general starting solution for melting and solidifying slabs", Int. J. Eng. Sci., 6 (1968), 89-111.
- [46] B.A. BOLEY: "Uniqueness in a melting slab with space and time-dependent heating", Quart. Appl. Math., 27 (1970), 481-487.
- [47] B.A. BOLEY: "The embedding technique in melting and solidification problems", Proc. Symposium on moving boundary problems in heat flow and diffusion, Clarendon Press, Oxford (1975), 150-172.
- [48] B.A. BOLEY: "An applied overview of moving boundary problems", Proc. Symposium on moving boundary problems, Academic Press, New York (1978), 205-231.
- [49] B.A. BOLEY: "Time dependent solidification of binary mixtures", Int. J. Heat Mass Transfer, 21 (1978), 821-824.
- [50] B.A. BOLEY - H.P. YAGODA: "The starting solution for two-dimensional heat conduction problems with change of phase", Quart. Appl. Math., 27 (1969), 223-246.
- [51] B.A. BOLEY - H.P. YAGODA: "The three-dimensional starting solution for a melting slab", Proc. Roy. Soc. London, 323 A (1971), 89-110.
- [52] C. BONACINA - G. COMINI - A. FASANO - M. PRIMICERIO: "Numerical solution of phase-change problems", Int. J. Heat Mass Transfer, 16 (1973), 1825-1832.
- [53] R. BONNEROT - P. JAMET: "A second order finite element method for the one-dimensional Stefan problem", Int. J. Num. Meth. Eng., 8 (1974), 811-820.
- [54] R. BONNEROT - P. JAMET: "Numerical computation of the free boundary for the two-dimensional Stefan problem by space-time finite elements", J. Comp. Physics, 25 (1977), 163-181.
- [55] G. BORGIOLI - E. DI BENEDETTO - M. UGHI: "Stefan problems with nonlinear boundary conditions: the polygonal method", ZAMM, 58 (1978), 539-546.

- [56] V.T. BORISOV - V.M. GOLIKOV - G.V. SHCHERBEDINSKII: "The influence of the effect of a phase change on diffusion", Soviet Physics Dokl, 4(1959), 435-438.
- [57] J.F. BOURGAT: "Résolution du problème de Stefan à deux phases par une inéquation variationnelle", Travail non publié.
- [58] H. BREZIS: "On some degenerate nonlinear parabolic equations", Proc. of the Symposium in Pure Mathematics of the Amer. Math. Soc., Chicago, Illinois, April 16-19 (1968), 28-38.
- [59] T. BRIERE: "Applications des méthodes variationnelles à la cristallisation d'un métal fondu s'écoulant dans une gaine de refroidissement", Thèse de 3ème Cycle, Univ. Paris VI, 24 juin 1976.
- [60] M. BRILLOUIN: "Sur quelques problèmes non résolus de la Physique Mathématique classique. Propagation de la fusion", Annales de l'Inst. H. Poincaré, 1(1930/31), 285-308.
- [61] C.E. BROWN - S.A. MATIN: "The effect of finite metal conductivity on the condensation heat transfer to falling water rivulets on vertical heat-transfer surfaces", J. Heat Transfer, 93 C (1971), 69-76.
- [62] J.E. BOUILLET: "Heat-flux comparison based on properties of the medium", Adv. Appl. Math., 2(1981), 76-90.
- [63] J.E. BOUILLET - D.A. de SÁRAVIA - L.T. VILLA: "Similarity solutions of the equations of one-dimensional heat conduction", J. Diff. Eq., 35(1980), 55-65.
- [64] B.M. BUDAK - N.L. GOL'DMAN - A.B. USPENSKII: "Difference schemes involving the rectification of fronts for the solution of many-front problems of Stefan type", Soviet Math. Dokl., 7(1966), 454-458.
- [65] B.M. BUDAK - M.Z. MOSKAL: "On the classical solution of the Stefan multidimensional problem", Soviet Math. Dokl., 10(1969), 219-223.
- [66] B.M. BUDAK - M.Z. MOSKAL: "Classical solution of the multidimensional multifront Stefan problem", Soviet Math. Dokl., 10(1969), 1043-1046.
- [67] B.M. BUDAK - E.N. SOBOLEVA - A.B. USPENSKII: "A difference method with coefficient smoothing for the solution of Stefan problems", USSR Comp. Math. and Math. Phys., 5(1965), 59-76.
- [68] B.M. BUDAK - A.B. USPENSKII: "A difference method with front straightening for solving Stefan-type problems", USSR Comp. Math. and Math. Phys., 9(1969), 83-103.
- [69] B.M. BUDAK - V.N. VASIL'EVA: "On the solution of the inverse Stefan problem", Soviet Math. Dokl., 13(1972), 811-815.
- [70] H. BUDHIA - F. KREITH: "Heat transfer with melting or freezing in a wedge", Int. J. Heat Mass Transfer, 16(1973), 195-211.
- [71] H. BUECKNER - G. HORVAY: "Heat-transfer coefficient of inviscid fluid freezing on to a moving heat sink", J. Heat Transfer, 85 C (1963), 246-260.
- [72] L.A. CAFFARELLI: "The regularity of elliptic and parabolic free boundaries", Bull. Amer. Math. Soc., 82(1976), 616-618.
- [73] L.A. CAFFARELLI: "The regularity of free boundaries in higher dimensions", Acta Math., 139(1977), 156-184.

- [74] L.A. CAFFARELLI: "Some aspects of the one-phase Stefan problem", Indiana Univ. Math. J., 27(1978), 73-77.
- [75] L.A. CAFFARELLI: "The continuity of the temperature in the Stefan problem", Proc. of the International meeting on recent methods in non linear analysis, Roma, may 8-12(1978), 13-23.
- [76] L.A. CAFFARELLI - L.C. EVANS: "Continuity of the temperature in the two-phase Stefan problem", Arch. Rat. Mech. Anal., To appear.
- [77] L.A. CAFFARELLI - A. FRIEDMAN: "Continuity of the temperature in the Stefan problem", Indiana Univ. Math. J., 28(1979), 53-70.
- [78] J.R. CANNON: "A priori estimate for continuation of the solution of the heat equation in the space variable", Ann. Mat. Pura ed Appl., 65(1964), 377-387.
- [79] J.R. CANNON: "Multiphase parabolic free boundary value problems", Proc. Symposium on moving boundary problems, Academic Press, New York (1978), 3-24.
- [80] J.R. CANNON - E. DI BENEDETTO: "On the existence of solutions of boundary value problems in fast chemical reactions", Boll. U.M.I., 15 B (1978), 835-843.
- [81] J.R. CANNON - E. DI BENEDETTO - G.H. KNIGHTLY: "The steady state Stefan problem with convection", Arch. Rat. Mech. Anal., 73(1980), 79-97.
- [82] J.R. CANNON - J. DOUGLAS, Jr.: "The Cauchy problem for the heat equation", SIAM. J. Numer. Anal., 4(1967), 317-336.
- [83] J.R. CANNON - J. DOUGLAS, Jr.: "The stability of the boundary in a Stefan problem", Ann. Sc. Norm. Sup. Pisa, 21(1967), 83-91.
- [84] J.R. CANNON - J. DOUGLAS, Jr. - C.D. HILL: "A multi-boundary Stefan problem and the disappearance of phases", J. Math. Mech., 17(1967), 21-33.
- [85] J.R. CANNON - A. FASANO: "Boundary value multidimensional problems in fast chemical reactions", Arch. Rat. Mech. Anal., 53(1973), 1-13.
- [86] J.R. CANNON - A. FASANO: "A nonlinear parabolic free boundary problem", Ann. Mat. Pura Appl., 92(1977), 119-149.
- [87] J.R. CANNON - D.B. HENRY - D.B. KOTLOW: "Continuous differentiability of the free boundary for weak solutions of the Stefan problem", Bull. Amer. Math. Soc., 80 (1974), 45-48.
- [88] J.R. CANNON - D.B. HENRY - D.B. KOTLOW: "Classical solutions of the one-dimensional, two-phase Stefan problem", Ann. Mat. Pura Appl., 107(1975), 311-341.
- [89] J.R. CANNON - C.D. HILL: "Existence, uniqueness, stability, and monotone dependence in a Stefan problem for the heat equation", J. Math. Mech., 17(1967), 1-19.
- [90] J.R. CANNON - C.D. HILL: "Remarks on a Stefan problem", J. Math. Mech., 17(1967), 433-441.
- [91] J.R. CANNON - C.D. HILL: "On the infinite differentiability of the free boundary in a Stefan problem", J. Math. Anal. Appl., 22(1967), 385-397.
- [92] J.R. CANNON - C.D. HILL: "On the movement of a chemical reaction interface", Indiana Univ. Math. J., 20(1970), 429-454.

- [74] L.A. CAFFARELLI: "Some aspects of the one-phase Stefan problem", Indiana Univ. Math. J., 27(1978), 73-77.
- [75] L.A. CAFFARELLI: "The continuity of the temperature in the Stefan problem", Proc. of the International meeting on recent methods in non linear analysis, Roma, may 8-12(1978), 13-23.
- [76] L.A. CAFFARELLI - L.C. EVANS: "Continuity of the temperature in the two-phase Stefan problem", Arch. Rat. Mech. Anal., To appear.
- [77] L.A. CAFFARELLI - A. FRIEDMAN: "Continuity of the temperature in the Stefan problem", Indiana Univ. Math. J., 28(1979), 53-70.
- [78] J.R. CANNON: "A priori estimate for continuation of the solution of the heat equation in the space variable", Ann. Mat. Pura ed Appl., 65(1964), 377-387.
- [79] J.R. CANNON: "Multiphase parabolic free boundary value problems", Proc. Symposium on moving boundary problems, Academic Press, New York (1978), 3-24.
- [80] J.R. CANNON - E. DI BENEDETTO: "On the existence of solutions of boundary value problems in fast chemical reactions", Boll. U.M.I., 15 B (1978), 835-843.
- [81] J.R. CANNON - E. DI BENEDETTO - G.H. KNIGHTLY: "The steady state Stefan problem with convection", Arch. Rat. Mech. Anal., 73(1980), 79-97.
- [82] J.R. CANNON - J. DOUGLAS, Jr.: "The Cauchy problem for the heat equation", SIAM. J. Numer. Anal., 4(1967), 317-336.
- [83] J.R. CANNON - J. DOUGLAS, Jr.: "The stability of the boundary in a Stefan problem", Ann. Sc. Norm. Sup. Pisa, 21(1967), 83-91.
- [84] J.R. CANNON - J. DOUGLAS, Jr. - C.D. HILL: "A multi-boundary Stefan problem and the disappearance of phases", J. Math. Mech., 17(1967), 21-33.
- [85] J.R. CANNON - A. FASANO: "Boundary value multidimensional problems in fast chemical reactions", Arch. Rat. Mech. Anal., 53(1973), 1-13.
- [86] J.R. CANNON - A. FASANO: "A nonlinear parabolic free boundary problem", Ann. Mat. Pura Appl., 92(1977), 119-149.
- [87] J.R. CANNON - D.B. HENRY - D.B. KOTLOW: "Continuous differentiability of the free boundary for weak solutions of the Stefan problem", Bull. Amer. Math. Soc., 80 (1974), 45-48.
- [88] J.R. CANNON - D.B. HENRY - D.B. KOTLOW: "Classical solutions of the one-dimensional, two-phase Stefan problem", Ann. Mat. Pura Appl., 107(1975), 311-341.
- [89] J.R. CANNON - C.D. HILL: "Existence, uniqueness, stability, and monotone dependence in a Stefan problem for the heat equation", J. Math. Mech., 17(1967), 1-19.
- [90] J.R. CANNON - C.D. HILL: "Remarks on a Stefan problem", J. Math. Mech., 17(1967), 433-441.
- [91] J.R. CANNON - C.D. HILL: "On the infinite differentiability of the free boundary in a Stefan problem", J. Math. Anal. Appl., 22(1967), 385-397.
- [92] J.R. CANNON - C.D. HILL: "On the movement of a chemical reaction interface", Indiana Univ. Math. J., 20(1970), 429-454.

- [93] J.R. CANNON - C.D. HILL - M. PRIMICERIO: "The one-phase Stefan problem for the heat equation with boundary temperature specification", Arch. Rat. Mech. Anal., 39(1970), 270-274.
- [94] J.R. CANNON - M. PRIMICERIO: "Remarks on the one-phase Stefan problem for the heat equation with the flux prescribed on the fixed boundary", J. Math. Anal. Appl., 35(1971), 361-373.
- [95] J.R. CANNON - M. PRIMICERIO: "A two-phase Stefan problem with temperature boundary conditions", Ann. Mat. Pura Appl., 88(1971), 177-191.
- [96] J.R. CANNON - M. PRIMICERIO: "A two-phase Stefan problem with flux boundary conditions", Ann. Mat. Pura Appl., 88(1971), 193-205.
- [97] J.R. CANNON - M. PRIMICERIO: "A two phase Stefan problem: regularity of the free boundary", Ann. Mat. Pura Appl., 88(1971), 217-228.
- [98] J.R. CANNON - M. PRIMICERIO: "A Stefan problem involving the appearance of a phase", SIAM J. Math. Anal., 4(1973), 141-148.
- [99] H.S. CARSLAW - J.C. JAEGER: "Conduction of heat in solids", Clarendon Press, Oxford (1959).
- [100] P.L. CHAMBRE: "On the dynamics of phase growth", Quart. J. Mech. Appl. Math., 9(1956), 224-233.
- [101] C.Y. CHAN: "Continuous dependence on the data for a Stefan problem", SIAM J. Math. Anal., 1(1970), 282-287.
- [102] C.Y. CHAN: "Uniqueness of a nonmonotone free boundary problem", SIAM J. Appl. Math., 20(1971), 189-194.
- [103] Y.P. CHANG: "Wave theory of heat transfer in film boiling", J. Heat Transfer, 81 C (1959), 1-12.
- [104] L.H. CAVENY - C.U. PITTMAN, Jr.: "Contribution of solid-phase heat release to AP composite-propellant burning rate", AIAA Journal, 6(1968), 1461-1467.
- [105] H.S. CHEN - K.A. JACKSON: "Stability of a melting interface", J. Crystal Growth, 8(1971), 184-190.
- [106] F.L. CHERNOUS'KO: "Solution of non-linear heat conduction problem in media with phase changes", Int. Ch. Eng., 10(1970), 42-48.
- [107] D.H. CHO - M. EPSTEIN: "Melting of steel structure by flowing fuel or steel vapor", Trans. Amer. Nuclear Soc., 22(1975), 386-387.
- [108] D.H. CHO - M. EPSTEIN: "Laminar film condensation of flowing vapor on a horizontal melting surface", Int. J. Heat Mass Transfer, 20(1977), 23-30.
- [109] S.H. CHO - J.E. SUNDERLAND: "Heat-Conduction problems with melting or freezing", J. Heat Transfer, 91 C (1969), 421-426.
- [110] S.H. CHO - J.E. SUNDERLAND: "Phase change of spherical bodies", Int. J. Heat Mass Transfer, 13(1970), 1231-1233.
- [111] S.H. CHO - J.E. SUNDERLAND: "Phase change problem with temperature-dependent thermal conductivity", J. Heat Transfer, 96 C (1974), 214-217.

- [112] Y.K. CHUANG - O. EHRLICH: "On the integral technique for spherical growth problems", Int. J. Heat Mass Transfer, 17(1974), 945-953.
- [113] Y.K. CHUANG - J. SZEKELY: "On the use of Green's functions for solving melting or solidification problems", Int. J. Heat Mass Transfer, 14(1971), 1285-1294.
- [114] Y.K. CHUANG - J. SZEKELY: "The use of Green's functions for solving melting or solidification problems in the cylindrical coordinate system", Int. J. Heat Mass Transfer, 15(1972), 1171-1174.
- [115] S.W. CHURCHILL - L.B. EVANS: "Coefficients for calculation of freezing in a semi-infinite region", J. Heat Transfer, 93 C (1971), 234-236.
- [116] J.F. CIAVALDINI: "Résolution numérique d'un problème de Stefan à deux phases", Thèse de 3ème Cycle, Univ. de Rennes, 20 juin 1972.
- [117] J.F. CIAVALDINI: "Analyse numérique d'un problème de Stefan à deux phases par une méthode d'éléments finis", SIAM J. Num. Anal., 12(1975), 464-487.
- [118] M. CIMENT - R.B. GUENTHER: "Numerical solutions of a free boundary value problem for parabolic equations", Applicable Analysis, 4(1974), 39-62.
- [119] S.J. CITRON: "Heat conduction in a melting slab", J. Aero-Space Sciences, 27 (1960), 219-228.
- [120] S.J. CITRON: "Steady-state melting of a semi-infinite medium with temperature dependent properties", J. Aero-Space Sciences, 27(1960), 470-472.
- [121] S.J. CITRON: "On the conduction of heat in a melting slab", Proc. of the 4° U. S. National Congress of Appl. Mech., Univ. California, June 18-21(1962), 1221-1227.
- [122] B.L. CLARK: "A parametric study of the transient ablation of teflon", J. Heat Transfer, 94 C (1972), 347-354.
- [123] T.W. CLYNE - A. GARCIA: "Assessment of a new model for heat flow during unidirectional solidification of metals", Int. J. Heat Mass Transfer, 23(1980), 773-782.
- [124] R. COLE - J.M. PAPAIZIAN - W.R. WILCOX: "Bubble departure radii at solidification interfaces", Int. J. Heat Mass Transfer, 23(1980), 219-224.
- [125] G. COMINI - S. DEL GUIDICE - R.W. LEWIS - O.C. ZIENKIEWICZ: "Finite element solution of non-linear heat conduction problems with special reference to phase change", Int. J. Num. Meth. Eng., 8(1974), 613-624.
- [126] W. CONTRERAS - R.S. THORSEN: "Transient melting of a solid heated by a condensing saturated vapor. Case I: negligible interface curvature", J. Heat Transfer, 97C (1975), 570-575.
- [127] T.E. COOPER - G.J. TREZEK: "On the freezing of tissue", J. Heat Transfer, 94 C (1972), 251-253.
- [128] S.R. CORRIEL - R.F. SEKERKA: "Morphological stability near a grain boundary groove in a solid-liquid interface during solidification of a binary alloy", J. Crystal Growth, 19(1973), 285-293.

- [129] S.R. CORRIEL - R.F. SEKERKA: "Lateral solute segregation during unidirectional solidification of a binary alloy with a curved solid-liquid interface", *J. Crystal Growth*, 46(1979), 479-482.
- [130] J. CRANK: "The mathematics of diffusion", Clarendon Press, Oxford (1956).
- [131] J. CRANK: "Two methods for the numerical solution of moving-boundary problems in diffusion and heat flow", *Quart. J. Mech. Appl. Math.*, 10(1957), 220-231.
- [132] J. CRANK: "Chemical and biological problems", *Proc. Symposium on moving boundary problems in heat flow and diffusion*, Clarendon Press, Oxford (1975), 62-70.
- [133] J. CRANK: "Finite-difference methods", *Proc. Symposium on moving boundary problems in heat flow and diffusion*, Clarendon Press, Oxford (1975), 192-297.
- [134] J. CRANK - R.S. GUPTA: "A moving boundary problem arising from the diffusion of oxygen in absorbing tissue", *J. Inst. Math. Appl.*, 10(1972), 19-33.
- [135] J. CRANK - R.S. GUPTA: "A method for solving moving boundary problems in heat flow using cubic splines or polynomials", *J. Inst. Math. Appl.*, 10(1972), 296-304.
- [136] J. CRANK - R.S. GUPTA: "Isotherm migration method in two dimensions", *Int. J. Heat Mass Transfer*, 18(1975), 1101-1107.
- [137] A.B. CROWLEY: "Numerical solution of Stefan problems", *Int. J. Heat Mass Transfer*, 21(1978), 215-219.
- [138] A.B. CROWLEY: "On the weak solution of moving boundary problems", *J. Inst. Math. Appl.*, 24(1979), 43-57.
- [139] A.B. CROWLEY - J.R. OCKENDON: "A Stefan problem with a non-monotone boundary", *J. Inst. Math. Appl.*, 20(1977), 269-281.
- [140] C.W. CRYER: "A bibliography of free boundary problems", Technical Summary Report N° 1793, Mathematics Research Center, Univ. of Wisconsin (july 1977).
- [141] C.W. CRYER: "The interrelation between moving boundary problems and free boundary problems", *Proc. Symposium on moving boundary problems*, Academic Press, New York (1978), 91-107.
- [142] A. DAMLAMIAN: "Résolution de certaines inéquations variationnelles stationnaires et d'évolution", Thèse d'Etat, Univ. Paris VI, 25 Mai 1976.
- [143] A. DAMLAMIAN: "Some results on the multi-phase Stefan problems", *Comm. Partial Diff. Eq.*, 2(1977), 1017-1044.
- [144] A. DAMLAMIAN: "Une généralisation concernant le problème de Stefan", *Proc. of the International meeting on recent methods in non linear analysis*, Roma, may 8-12 (1978), 25-28.
- [145] A. DAMLAMIAN: "Homogeneisation du problème de Stefan", *C. R. Acad. Sc. Paris* 289 A (1979), 9-11.
- [146] A. DAMLAMIAN - N. KENMUCHI: "Le problème de Stefan avec conditions laterales variables", *Hiroshima Math. J.*, 10(1980), 271-293.
- [147] P.V. DANCKWERTS: "Unsteady-state diffusion or heat-conduction with moving boundary", *Trans. Faraday Soc.*, 46(1950), 701-712.

- [148] A. DATZEFF "Sur le problème linéaire de Stefan", *Mémoires des Sciences Physiques* N° 69, Gauthier-Villars, Paris (1970).
- [149] D. DEFIVES - J.C. NOISIER: "Effet de la convection induite par la diffusion et le mouvement de l'interface sur le transfert de chaleur et de masse entre deux phases", *Int. J. Heat Mass Transfer*, 15(1972), 2391-2399.
- [150] C.F. DEWEY, Jr. - S.I. SCHLESINGER - L. SASHKIN: "Temperature profiles in a finite solid with moving boundary", *J. Aero-Space Sciences*, 27(1960), 59-64.
- [151] E. DI BENEDETTO: "Continuity of weak solutions to certain singular parabolic equations", Technical Summary Report N° 2124, Mathematics Research Center, University of Wisconsin (october 1980).
- [152] E. DI BENEDETTO - R.E. SHOWALTER: "A pseudo-parabolic variational inequality and Stefan problem", Technical Summary Report N° 2100, Mathematics Research Center, University of Wisconsin (august 1980).
- [153] M. DJOBIDJA: "Analyse numérique de problèmes d'identification en océanographie et de problèmes de frontière libre", Thèse de 3ème Cycle, Univ. Paris VI, 13 juin 1979.
- [154] J.D.P. DONNELLY: "A model for non-equilibrium thermodynamic processes involving phase changes", *J. Inst. Math. Appl.*, 24(1979), 425-438.
- [155] J. DOUGLAS, Jr.: "A uniqueness theorem for the solution of a Stefan problem", *Proc. Amer. Math. Soc.*, 8(1957), 402-408.
- [156] J. DOUGLAS, Jr.: "A survey of numerical methods for parabolic differential equations", *Advances in Computer*, 2(1961), 1-54.
- [157] J. DOUGLAS, Jr. - T.M. GALLIE, Jr.: "On the numerical integration of a parabolic differential equation subject to a moving boundary condition", *Duke Math. J.*, 22(1955), 557-571.
- [158] P.W. DUCK - D.S. RILEY: "An extension of existing solidification results obtained from the heat-balance integral method", *Int. J. Heat Mass Transfer*, 20(1977), 297.
- [159] J.L. DUDA - M.F. MALONE - R.H. NOTTER - J.S. VRENTAS: "Analysis of two-dimensional diffusion-controlled moving boundary problems", *Int. J. Heat Mass Transfer*, 18(1975), 901-910.
- [160] J.L. DUDA - J.S. VRENTAS: "Perturbation solution of diffusion-controlled moving boundary problems", *Chem. Eng. Sciences*, 24(1969), 461-470.
- [161] G. DUVAUT: "Résolution d'un problème de Stefan (Fusion d'un bloc de glace à zéro degré)", *C.R. Acad. Sc. Paris*, 276 A (1973), 1461-1463.
- [162] G. DUVAUT: "Etude de problèmes unilatéraux en mécanique par des méthodes variationnelles", C.I.M.E., cours à Bressanone (New variational techniques in Mathematical-Physics), 17-26 juin (1973), 45-102.
- [163] G. DUVAUT: "The solution of a two-phase Stefan problem by a variational inequality", *Proc. Symposium on moving boundary problems in heat flow and diffusion*, Clarendon Press, Oxford (1975), 173-181.

- [164] G. DUVAUT: "Two phases Stefan problem with varying specific heat coefficients" An. Acad. Brasil. Cienc., 47(1975), 377-380.
- [165] G. DUVAUT: "Stefan problem for two-phases varying", Memórias de Matemática de Univ. Fed. do Rio de Janeiro, N° 51 (1975).
- [166] G. DUVAUT: "Problèmes à frontière libre en théorie des milieux continus", 2ème Congrès Français de Mécanique, Toulouse (1975). Rapport de recherche N° 185, LA BORIA-IRIA (1976).
- [167] G. DUVAUT: "Diffusion de l'oxygène dans les tissus vivants", C.R. Acad. Sc. Paris, 282 A (1976), 33-36.
- [168] D.F. DYER - J.E. SUNDERLAND: "The transient temperature distribution during sublimation dehydration", J. Heat Transfer, 89 C (1967), 109-110.
- [169] D.F. DYER - J.E. SUNDERLAND: "Heat and mass transfer mechanisms in sublimation dehydration", J. Heat Transfer, 90 C (1968), 379-384.
- [170] D.F. DYER - J.E. SUNDERLAND: "Freeze-drying of bodies subject to radiation boundary conditions", J. Heat Transfer, 93 C (1971), 427-431.
- [171] E.R.G. ECKERT - R.M. DRAKE, Jr.: "Heat and Mass Transfer", Mc Graw Hill, New York (1959).
- [172] L.W. EHRLICH: "A numerical method of solving a heat flow problem with moving boundary", J. Assoc. Comp. Machinery, 5(1958), 161-176.
- [173] O. EHRLICH - Y.K. CHUANG - K. SCHWERTFEGGER: "The melting of metal spheres involving the initially frozen shells with different material properties", Int. J. Heat Mass Transfer, 21(1978), 341-349.
- [174] M.S. EL-GENK - A.W. CRONENBERG: "Some improvements to the solution of Stefan-like problems", Int. J. Heat Mass Transfer, 22(1979), 167-170.
- [175] C.M. ELLIOTT: "On a variational inequality formulation of an electrochemical machining moving boundary problem and its approximation by the finite element method", J. Inst. Math. Appl., 25(1980), 121-131.
- [176] M. ELMAS: "On heat transfer with moving boundary", Int. J. Heat Mass Transfer, 13(1970), 1625-1627.
- [177] M. EPSTEIN: "Melting attack of steel structure by a flow of molten fuel and/or steel", Trans. Amer. Nuclear Soc., 22(1975), 387-389.
- [178] M. EPSTEIN: "Stability of a submerged frozen crust", J. Heat Transfer, 99(1977), 527-532.
- [179] M. EPSTEIN - D.H. CHO: "Laminar film condensation on a vertical melting surface", J. Heat Transfer, 98 C (1976), 108-113.
- [180] M. EPSTEIN - D.H. CHO: "Melting heat transfer in steady laminar flow over a flat plate", J. Heat Transfer, 98 C (1976), 531-533.
- [181] M. EPSTEIN - G.M. HAUSER: "Freezing of an advancing tube flow", J. Heat Transfer, 99(1977), 687-689.
- [182] P.S. EPSTEIN - M.S. PLESSET: "On the stability of gas bubbles in liquid gas solutions", J. Chem. Physics, 18(1950), 1505-1509.

- [183] M. EPSTEIN - A. YIM - F.B. CHEUNG: "Freezing-controlled penetration of a saturated liquid into a cold tube", J. Heat Transfer, 99 C (1977), 233-238.
- [184] G.W. EVANS II: "A note on the existence of a solution to a problem of Stefan", Quart. Appl. Math., 9(1951), 185-193.
- [185] G.W. EVANS II - E. ISAACSON - J.K.L. Mac DONALD: "Stefan-like problems", Quart. Appl. Math., 8(1950), 312-319.
- [186] L.C. EVANS: "A free boundary problem", Technical Summary Report N° 1569, Mathematics Research Center, University of Wisconsin, (August 1975).
- [187] L.C. EVANS: "A free boundary problem: the flow of two immiscible fluids in a one-dimensional porous medium, I", Indiana Univ. Math. J., 26(1977), 915-932.
- [188] L.C. EVANS: "A free boundary problem: the flow of two immiscible fluids in a one-dimensional porous medium, II", Indiana Univ. Math. J., 27(1978), 93-111.
- [189] L.C. EVANS - A. FRIEDMAN: "Regularity and asymptotic behavior of two immiscible fluids in a one-dimensional porous medium", J. Diff. Eq., 31(1979), 366-391.
- [190] N.T.S. EVANS - A.R. GOURLAY: "The solution of a two-dimensional time-dependent diffusion problem concerned with oxygen metabolism in tissues", J. Inst. Math. Appl., 19(1977), 239-251.
- [191] A. FASANO: "Stime a priori per le soluzioni di un problema di tipo parabolico con condizioni al contorno non lineari", Rend. Istit. Mat. Univ. Trieste, 3(1971), 218-229.
- [192] A. FASANO: "Un esempio di controllo ottimale in un problema del tipo di Stefan", Boll. U.M.I., 4(1971), 846-858.
- [193] A. FASANO: "Alcune osservazioni su una classe di problemi a contorno libero per l'equazione del calore", Le Matematiche, 29(1974), 397-411.
- [194] A. FASANO - M. PRIMICERIO: "Esistenza e unicità della soluzione per una classe di problemi di diffusione con condizioni al contorno non lineari", Boll. U.M.I. 3(1970), 660-667.
- [195] A. FASANO - M. PRIMICERIO: "Il problema di Stefan con condizioni al contorno non lineari", Ann. Sc. Norm. Sup. Pisa, 26(1972), 711-737.
- [196] A. FASANO - M. PRIMICERIO: "Su un problema unidimensionale di diffusione in un mezzo a contorno mobile con condizioni ai limiti non lineari", Ann. Mat. Pura ed Appl., 93(1972), 333-357.
- [197] A. FASANO - M. PRIMICERIO: "Convergence of Huber's method for heat conduction problems with change of phase", ZAMM, 53(1973), 341-348.
- [198] A. FASANO - M. PRIMICERIO: "One phase and two phase free boundary problems of general type for the heat equation", Atti Accad. Naz. Lincei, 57(1974), 387-390.
- [199] A. FASANO - M. PRIMICERIO: "Viscoplastic impact of a rod on a wall", Boll. U.M.I., 11(1975), 531-553.
- [200] A. FASANO - M. PRIMICERIO: "A stability theorem for diffusion problems with sharply changing temperature-dependent coefficients", Quart. Appl. Math., 33(1975), 131-141.

- [201] A. FASANO - M. PRIMICERIO: "General free-boundary problems for the heat equation, I", J. Math. Anal. Appl., 57(1977), 694-723.
- [202] A. FASANO - M. PRIMICERIO: "General free-boundary problems for the heat equation, II", J. Math. Anal. Appl., 58(1977), 202-231.
- [203] A. FASANO - M. PRIMICERIO: "General free-boundary problems for the heat equation, III", J. Math. Anal. Appl., 59(1977), 1-14.
- [204] A. FASANO - M. PRIMICERIO: "Liquid flow in partially saturates porous media", J. Inst. Math. Appl., 23(1979), 503-517.
- [205] A. FASANO - M. PRIMICERIO: "Free boundary problems for nonlinear parabolic equations with nonlinear free boundary conditions", J. Math. Anal. Appl., 72(1979), 247-273.
- [206] A. FASANO - M. PRIMICERIO: "Cauchy type free boundary problems for nonlinear parabolic equations", Riv. Mat. Univ. Parma, 5(1979), 615-634.
- [207] A. FASANO - M. PRIMICERIO: "Convexity of the free boundary in some classical parabolic free boundary problems", Riv. Mat. Univ. Parma, 5(1979), 635-645.
- [208] A. FASANO - M. PRIMICERIO - F. FONTANELLA: "An efficient method for solving free-boundary diffusion problems", Meccanica, 8(1973), 223-235.
- [209] A. FASANO - M. PRIMICERIO - S. KAMIN: "Regularity of weak solutions of one-dimensional two-phase Stefan problems", Ann. Mat. Pura Appl., 115(1977), 341-348.
- [210] R. FARHADIEH - L. BAKER, Jr.: "Heat transfer phenomenology of a hydrodynamically unstable melting system", J. Heat Transfer, 100(1978), 305-310.
- [211] D.H. FERRISS: "Fixation of a moving boundary by means of a change of independent variables", Proc. Symposium on moving boundary problems in heat flow and diffusion, Clarendon Press, Oxford (1975), 251-255.
- [212] B.A. FINLAYSON: "The method of weighted residuals and variational principles", Academic Press, New York (1972).
- [213] G.J. FIX: "Numerical methods for alloy solidification problems", Proc. Symposium on moving boundary problems, Academic Press, New York (1978), 109-128.
- [214] B.A. FLEISHMAN - R. GINGRICH - T.J. MAHAR: "Application of classical analytical techniques to steady-state free boundary problems", Proc. Symposium on moving boundary problems, Academic Press, New York (1978), 41-55.
- [215] H.A. FLEISHMAN - T.J. MAHAR: "Analytic methods for approximate solutions of elliptic free boundary problems", Nonlinear Analysis, Theory, Methods and Applications, 1(1977), 561-569.
- [216] L. FOX: "What are the best numerical methods?", Proc. Symposium on moving boundary problems in heat flow and diffusion, Clarendon Press, Oxford (1975), 210-241.
- [217] M. FREMOND: "Diffusion problems with free boundaries", Autumn Course on Applications of Analysis to Mechanics, I.C.T.P., Trieste (1976).
- [218] A. FRIEDMAN: "Free boundary problems for parabolic equations I. Melting of solids", J. Math. Mech., 8(1959), 499-517.

- [219] A. FRIEDMAN: "Free boundary problems for parabolic equations II. Evaporation or Condensation of a liquid drop", *J. Math. Mech.*, 9(1960), 19-66.
- [220] A. FRIEDMAN: "Free boundary problems for parabolic equations III. Dissolution of a gas bubble in liquid", *J. Math. Mech.*, 9(1960), 327-345.
- [221] A. FRIEDMAN: "Remarks of Stefan-type free boundary problems for parabolic equations", *J. Math. Mech.*, 9(1960), 885-903.
- [222] A. FRIEDMAN: "Partial differential equations of parabolic type", Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J. (1964).
- [223] A. FRIEDMAN: "The Stefan problem in several space variables", *Trans. Amer. Math. Soc.*, 132(1968), 51-87. Correction, 142(1969), 557.
- [224] A. FRIEDMAN: "One dimensional Stefan problems with nonmonotone free boundary", *Trans. Amer. Math. Soc.*, 133(1968), 89-114.
- [225] A. FRIEDMAN: "Free boundary problems for parabolic equations", *Bull. Amer. Math. Soc.*, 76(1970), 934-941.
- [226] A. FRIEDMAN: "Parabolic variational inequalities in one space dimension and smoothness of the free boundary", *J. Funct. Anal.*, 18(1975), 151-176.
- [227] A. FRIEDMAN: "A class of parabolic quasi-variational inequalities, II", *J. Diff. Eq.*, 22(1976), 379-401.
- [228] A. FRIEDMAN: "Analyticity of the free boundary for the Stefan problem", *Arch. Rat. Mech. Anal.*, 61(1976), 97-125.
- [229] A. FRIEDMAN: "One phase moving boundary problems", *Proc. Symposium on moving boundary problems*, Academic Press, New York (1978), 25-40.
- [230] A. FRIEDMAN - R. JENSEN: "A parabolic quasi-variational inequality arising in hydraulics", *Ann. Sc. Norm. Sup. Pisa*, 2(1975), 421-468.
- [231] A. FRIEDMAN - R. JENSEN: "Elliptic quasi-variational inequalities and application to a non-stationary problem in Hydraulics", *Ann. Sc. Norm. Sup. Pisa*, 3 (1976), 47-88.
- [232] A. FRIEDMAN - R. JENSEN: "Convexity of the free boundary in the Stefan problem and in the Dam problem", *Arch. Rat. Mech. Anal.*, 67(1977), 1-24.
- [233] A. FRIEDMAN - D. KINDERLEHRER: "A one phase Stefan problem", *Indiana Univ. Math. J.*, 24(1975), 1005-1035.
- [234] A. FRIEDMAN - D. KINDERLEHRER: "A class of parabolic quasi-variational inequalities", *J. Diff. Eq.*, 21(1976), 395-416.
- [235] W. FULKS - R.B. GUENTHER: "A free boundary problem and an extension of Muskat's model", *Acta Math.*, 121(1968), 273-300.
- [236] A.N. GAIPOVA: "A homogeneous implicit difference scheme for the solution of an evolutionary equation with phase variations", *USSR Comput. Math. and Math. Physics*, 8(1968), 40-53.
- [237] F. GASTALDI: "About the possibility of setting Stefan-like problems in variational form", *Boll. U.M.I.*, 16 A (1979), 148-156.

- [238] L. GASTALDI: "On the numerical approach by finite element of a parabolic free boundary problem", Publ. N° 243, Laboratorio di Analisi Numerica, Pavia (1979).
- [239] D. GELDER - A.G. GUY: "Current problems in the glass industry", Proc. Symposium on moving boundary problems in heat flow and diffusion, Clarendon Press, Oxford (1975), 71-90.
- [240] J. GEORGE - P.S. DAMLE: "On the numerical solution of free boundary problems", Int. J. Num. Meth. Eng., 9(1975), 239-245.
- [241] R. GHEZ: "Expansions in time for the solution of one-dimensional Stefan problems of crystal growth", Int. J. Heat Mass Transfer, 23(1980), 425-432.
- [242] R.E. GIBSON: "A one-dimensional consolidation problem with moving boundary", Quart. Appl. Math., 18(1960), 123-129.
- [243] D. GLASSER - J. KERN: "Bounds and approximate solutions to linear problems with nonlinear boundary conditions: Solidification of a slab", A. I. Ch. E. Journal, 24(1978), 161-170.
- [244] E.M. GOL'DFARD - O.S. ERESKOVSKII: "Biot's variational method in thermal conductivity problems involving a change in phase state with a plane phase separation boundary", High Temperature, 4(1966), 628-632.
- [245] T.R. GOODMAN: "The heat-balance integral and its applications to problems involving a change of phase", Trans. of the ASME, 80(1958), 335-342.
- [246] T.R. GOODMAN: "Application of integral methods to transient nonlinear heat transfer", Advances in heat transfer, Vol. 1, Acad. Press, New York (1964), 51-122.
- [247] T.R. GOODMAN - J.J. SHEA: "The melting of finite slab", J. Appl. Mech., 27E(1960), 16-24.
- [248] L.E. GOODRICH: "Efficient numerical technique for one-dimensional thermal problems with phase change", Int. J. Heat Mass Transfer, 21(1978), 615-621.
- [249] J.S. GOOLDING - M.S. KHADER: "Results of the numerical solution for outward solidification with flux boundary conditions", J. Heat Transfer, 97 C (1975), 307-309.
- [250] J.M. GREENBERG: "A free boundary problem for the linear heat equation", J. Diff. Eq., 7(1970), 287-306.
- [251] D. GREENSPAN: "A particle model of the Stefan problems", Comp. Math. Appl. Mech. Eng., 13(1978), 95-104.
- [252] R. GREIF - A.E. KASSEM: "Heat transfer in a growing vapor film", ZAMP, 19(1968), 824-829.
- [253] J.R. GRIFFIN - D.R. COUGHANOWR: "Analysis of phase-boundary motion in diffusion-controlled processes: Part I", A.I. Ch. E. Journal, 11(1965), 133-137.
- [254] J.R. GRIFFIN - D.R. COUGHANOWR: "Analysis of phase-boundary motion in diffusion-controlled processes: Part II", A. I. Ch. E. Journal, 11(1965), 151-154.
- [255] J.R. GRIFFIN - D.R. COUGHANOWR: "Analysis of phase-boundary motion in diffusion-controlled processes: Part III", A. I. Ch. E. Journal, 11(1965), 246-253.
- [256] O.M. GRIFFIN: "On the melting of solids to non-newtonian fluids", Chem. Eng. Science, 25(1970), 109-117.

- [257] O.M. GRIFFIN: "Heat, mass and momentum transfer during the melting of glacial ice in seawater", J. Heat Transfer, 95 C (1973), 317-323.
- [258] O.M. GRIFFIN: "A note concerning the transport processes near melting glacial ice in seawater", J. Heat Transfer, 97 C (1975), 624-626.
- [259] P. GRIFFITH: "Bubble growth rates in boiling", Transactions of the ASME, 80 (1958) 721-727.
- [260] B.I. GRIGELIONIS - A.N. SHIRYAEV: "On Stefan's problem and optimal stopping rules for Markov processes", Theory Prob. Appl., 11 (1966), 541-558.
- [261] S.S. GRIGORIAN: "On heating and melting of a solid body owing to friction", J. Appl. Math. Mech., 22 (1958), 815-825.
- [262] P.B. GRIMADO - B.A. BOLEY: "A numerical solution for the symmetric melting of spheres", Int. J. Num. Meth. Eng., 2 (1970), 175-188.
- [263] G.A. GRINBERG: "A method of approach to problems of the theory of heat conduction, diffusion and the wave theory and other similar problems in presence of moving boundaries and its applications to other problems", J. Appl. Math. Mech., 31 (1967), 215-224.
- [264] G.A. GRINBERG: "Solution of diffusion-type problems for expanding or contracting regions", J. Appl. Math. Mech., 33 (1969), 251-255.
- [265] G.A. GRINBERG: "On the temperature or concentration fields produced inside an infinite or finite domain by moving surfaces at which the temperature or concentration are given as functions of time", J. Appl. Math. Mech., 33 (1969), 1021-1029.
- [266] G.A. GRINBERG - V.A. KOSS: "Solution of diffusion type problems for expanding or contracting regions whose form varies with time without preserving similarity", J. Appl. Math. Mech., 33 (1969), 731-734.
- [267] L.N. GUPTA: "An approximate solution of the generalized Stefan's problem in a porous medium", Int. J. Heat Mass Transfer, 17 (1974), 313-321.
- [268] C. GUTFINGER - W.H. CHEN: "Heat transfer with a moving boundary. Application to fluidized-bed coating", Int. J. Heat Mass Transfer, 12 (1969), 1097-1108.
- [269] I.S. HABIB: "Solidification of semi-transparent materials by conduction and radiation", Int. J. Heat Mass Transfer, 14 (1971), 2161-2164.
- [270] I.S. HABIB: "Solidification of a semitransparent cylindrical medium by conduction and radiation", J. Heat Transfer, 95 C (1973), 37-41.
- [271] A. HAJI-SHEIKH - E.M. SPARROW: "The solution of heat conduction problems by probability methods", J. Heat Transfer, 89 C (1967), 121-131.
- [272] L.A. HALE - S.A. ANDERSON: "Surface temperatures and heat fluxes associated with the evaporation of a liquid film on a semi-infinite solid", J. Heat Transfer, 93 C (1971), 357-364.
- [273] N.W. HALE, Jr. - R. VISKANTA: "Solid-liquid phase-change heat transfer and interface motion in materials cooled or heated from above or below", Int. J. Heat Mass Transfer, 23 (1980), 283-292.

- [274] T.D. HAMILL - S.G. BANKOFF: "Maximum and minimum bounds on freezing-melting rates with time-dependent boundary conditions", A. I. Ch. E. Journal, 9(1963), 741-744.
- [275] E. HANSEN - P. HOUGAARD: "On a moving boundary problem from biomechanics", J. Inst. Math. Appl., 13(1974), 385-398.
- [276] H.T. HASHEMI - G.M. SLIEPCEVICH: "A numerical method for solving two-dimensional problems of heat conduction with change of phase", Chem. Eng. Progr. Sym. Series, Vol. 63, N° 79(1967), 34-41.
- [277] Y. HAYASHI - T. KOMORI - K. KATAYAMA: "Analytical and experimental investigation of self-freezing", J. Heat Transfer, 97 C (1975), 321-325.
- [278] D.J. HEBDITCH: "Contribution concerning the solidification problem", Proc. Symposium on moving boundary problems in heat flow and diffusion, Clarendon Press, Oxford (1975), 112-116.
- [279] K.A. HEIMES: "On the solute distribution at a moving phase boundary", Quart. Appl. Math., 30(1972), 341-344.
- [280] W.L. HEITZ - J.W. WESTWATER: "Extension of the numerical method for melting and freezing problems", Int. J. Heat Mass Transfer, 13(1970), 1371-1375.
- [281] C.D. HILL: "Parabolic equations in one space variable and the non-characteristic Cauchy problem", Comm. Pure Appl. Math., 20(1967), 619-635.
- [282] C.D. HILL - D.B. KOTLOW: "Classical solutions in the large of a two-phase free boundary problem. I", Arch. Rat. Mech. Anal., 45(1972), 63-78.
- [283] C.D. HILL - D.B. KOTLOW: "Classical solutions in the large of a two-phase free boundary problem. II", Arch. Rat. Mech. Anal., 47(1972), 369-379.
- [284] K.H. HOFFMANN: "Monotonie bei zweiphasen-Stefan-problemen", Numer. Funct. Anal. Optimiz., 1(1979), 79-112.
- [285] W.R. HODGKINS - J.F. WADDINGTON: "Meltout and solidification in furnace valves", Proc. Symposium on moving boundary problems in heat flow and diffusion, Clarendon Press, Oxford (1975), 26-37.
- [286] Y. HORIE - S. CHEILL: "An approximate method of solution for multidimensional crystal growth problems", J. Crystal Growth, 29(1975), 248-256.
- [287] G. HORVAY: "Freezing into an undercooled melt accompanied by density change", Proc. of the 4° U.S. National Congress of Appl. Mech., Univ. California, June 18-21 (1962), 1315-1325.
- [288] G. HORVAY: "The tension field created by a spherical nucleus freezing into its less dense undercooled melt", Int. J. Heat Mass Transfer, 8(1965), 195-243.
- [289] P. HRYCAK: "Problem of solidification with Newton's cooling at the surface", A.I. Ch. E. Journal, 9(1963), 585-589.
- [290] P. HRYCAK: "Heat conduction with solidification in a stratified medium", A. I. Ch. E. Journal, 13(1967), 160-164.
- [291] A. HUBER: "Zum problem des erstarrens für den durch zwei parallele ebenen begrenzten körper", ZAMM, 17(1937), 379-380.

- [292] A. HUBER: "Über das Fortschreiten der schmelzgrenze in einem linearen leiter", ZAMM, 19(1939), 1-21.
- [293] D.T.J. HURLE - E. JAKEMAN - E.R. PIKE: "Striated solute distribution produced by temperature oscillations during crystal growth from the melt", J. Crystal Growth, 4(1968), 633-640.
- [294] Y. ICHIKAWA - N. KIKUCHI: "A one-phase multi-dimensional Stefan problem by the method of variational inequalities", Int. J. Numer. Meth. Eng., 14(1979), 1197-1220.
- [295] M. IMBER - P.N.S. HUANG: "Phase change in a semi-infinite solid with temperature dependent properties", Int. J. Heat Mass Transfer, 16(1973), 1951-1954.
- [296] L.R. INGERSOLL - F.T. ADLER - H.J. PLASS - A.C. INGERSOLL: "Theory of earth heat exchangers for the heat pump", Heating, Piping and Air conditioning, 22(1950), 113-122.
- [297] F. JACKSON: "The solution of problems involving the melting and freezing of finite slabs by a method due to Portnov", Proc. Edinburgh Mat. Soc., 14(1964), 109-128.
- [298] F. JACKSON: "Moving heat sources with change of phase", J. Heat Transfer, 87 C (1965), 329-332.
- [299] J.C. JAEGER: "The temperature in the neighborhood of a cooling intrusive sheet", Amer. J. Science, 255(1957), 306-318.
- [300] P. JAMET: "Éléments finis espace-temps pour la résolution numérique de problèmes de frontières libres", Séminaire de Math. Sup. de Montréal N° 60, (1977), 103-124.
- [301] P. JAMET: "Estimations d'erreur par l'approximation de l'équation de la chaleur dans un domaine variable par des méthodes d'éléments finis espace-temps", Journées Éléments finis, Univ. Rennes, 4-6 Mai 1977.
- [302] P. JAMET: "Galerkin-type approximations which are discontinuous in time for parabolic equations in a variable domain", Technical Summary Report N° 1771, Mathematics Research Center, University of Wisconsin, (july 1977).
- [303] P. JAMET: "Stability and convergence of a generalized Crank-Nicolson scheme on a variable mesh for the heat equation", SIAM J. Num. Anal., 17(1980), 530-539.
- [304] P. JAMET - R. BONNEROT: "Numerical solution of the eulerian equations of compressible flow by a finite element method which follows the free boundary and the interfaces", J. Comp. Physics, 18(1975), 21-45.
- [305] P. JAMET: "Une classe de méthodes numériques conservatives pour résoudre des problèmes de Stefan comportant des apparitions et des disparitions de phases", dans GAMMI 2, Dunod, Paris (1980), Tome 1, 405-412.
- [306] R. JENSEN: "Smoothness of the free boundary in the Stefan problem with supercooled water", Illinois J. Math., 22(1978), 623-629.
- [307] J.W. JEROME: "Existence and approximation of weak solutions of the Stefan problem with nonmonotone nonlinearities", Lecture Notes in Mathematics N° 506, Springer Verlag (1976), 148-156.

- [308] J.W. JEROME: "Nonlinear equations of evolution and a generalized Stefan problem", J. Diff. Eq., 26(1977), 240-261.
- [309] L.M. JIJI: "On the application of perturbation to free-boundary problems in radial systems", J. Franklin Institute, 289(1970), 281-291.
- [310] L.M. JIJI - K.A. RATHJEN - T. DRZEWIECKI: "Two-dimensional solidification in a corner", Int. J. Heat Mass Transfer, 13(1970), 215-218.
- [311] L.M. JIJI - S. WEINBAUM: "Perturbation solutions for melting or freezing in annular regions initially not at the fusion temperature", Int. J. Heat Mass Transfer, 21(1978), 581-592.
- [312] P. JOCHUM: "The numerical solution of the inverse Stefan problem", Numer. Math., 34(1980), 411-429.
- [313] W. JOST: "Diffusion in solids, liquids, gases", Academic Press, New York (1952).
- [314] A.D. JURII: "On a optimal problem of Stefan type", Soviet Math. Dokl., 21(1980), 638-643.
- [315] L.I. KAMYNIN: "The solution of boundary problems for a parabolic equation with discontinuous coefficients", Soviet Math. Dokl., 2(1961), 1043-1046.
- [316] L.I. KAMYNIN: "Dependence on the boundary for the solution of the mixed problem for a parabolic equation", Soviet Math. Dokl., 2(1961), 1333-1336.
- [317] L.I. KAMYNIN: "The method of potentials for a parabolic equation with discontinuous coefficients", Soviet Math. Dokl., 3(1962), 1187-1191.
- [318] L.I. KAMYNIN: "A problem of hydraulic engineering", Soviet Math. Dokl., 3(1962), 480-482.
- [319] L.I. KAMYNIN: "On the linear problem of Verigin", Soviet Math. Dokl., 4(1963), 847-851.
- [320] L.I. KAMYNIN: "On the existence of a solution of Verigin's problem", USSR Comput. Math. and Math. Phys., 2(1963), 954-987.
- [321] H. KATZ: "A large time expansion for the Stefan problem", SIAM J. Appl. Math., 32(1977), 1-20.
- [322] H. KAWARADA: "Stefan-type free boundary problems for heat equations", Public. RIMS, Kyoto Univ., 9(1974), 517-533.
- [323] H. KAWARADA - M. NATORI: "On numerical solutions of Stefan problem I", Memoirs Numer. Math., 1(1974), 43-54.
- [324] H. KAWARADA - M. NATORI: "On numerical solutions of Stefan problem II. Unique existence of numerical solution", Memoirs Numer. Math., 2(1975), 1-20.
- [325] J. KERN: "A simple and apparently safe solution to the generalized Stefan problem", Int. J. Heat Mass Transfer, 20(1977), 467-474.
- [326] N. KIKUCHI - Y. ICHIKAWA: "Numerical methods for a two-phase Stefan problem by variational inequalities", Int. J. Numer. Meth. Eng., 14(1979), 1221-1239.
- [327] D. KINDERLEHRER: "Variational inequalities and free boundary problems", Bull. Amer. Math. Soc., 84(1978), 7-26.
- [328] D. KINDERLEHRER - L. NIRENBERG: "The smoothness of the free boundary in the one phase Stefan problem", Comm. Pure Appl. Math., 31(1978), 257-282.

- [329] D. KINDERLEHRER - L. NIRENBERG: "Hodograph methods and the smoothness of the free boundary in the one phase Stefan problem", Proc. Symposium on moving boundary problems, Academic Press, New York (1978), 57-69.
- [330] D. KINDERLEHRER - G. STAMPACCHIA: "An introduction to variational inequalities and their applications", Academic Press, New York (1980).
- [331] A. KOHN - Y. MORILLON: "Etude mathématique de la solidification de lingots de 12 tonnes en acier doux et en acier mi-dur", Revue de Métallurgie, 62 (1965), 321-338.
- [332] G.B. KOLATA: "Moving boundary problems: advances on several fronts", Science, 191(1976), 841-842 and 882.
- [333] I.I. KOLODNER: "Growth of drops by condensation", Inst. Math. Sciences, New York Univ., N° 215 (March 1955).
- [334] I.I. KOLODNER: "Free boundary problem for the heat equation with applications to problems of change of phase", Comm. Pure Appl. Math., 9(1956), 1-31.
- [335] S. KOTAKE: "Heat transfer and skin friction of a phase-changing interface of gas-liquid laminar flows", Int. J. Heat Mass Transfer, 16(1973), 2165-2176.
- [336] D. B. KOTLOW: "A free boundary problem connected with the optimal stopping problem for diffusion processes", Trans. Amer. Math. Soc., 184(1973), 457-478.
- [337] F. KREITH - F.E. ROMIE: "A study of thermal diffusion equation with boundary conditions corresponding to solidification or melting of materials initially at the fusion temperature", Proc. Physical Soc., 68 B (1955), 277-291.
- [338] P.G. KROEGER - S. OSTRACH: "The solution of a two-dimensional freezing problem including convection effects in the liquid region", Int. J. Heat Mass Transfer, 17(1974), 1191-1207.
- [339] S.N. KRUIZHKOVA: "On some problems with unknown boundaries for the heat conduction equation", J. Appl. Math. Mech., 31(1967), 1014-1024.
- [340] S.N. KRUIZHKOVA: "A class of problem with an unknown boundary for the heat conduction equation", Soviet Physics Dokl., 13(1968), 101-103.
- [341] W.T. KYNER: "An existence and uniqueness theorem for a nonlinear Stefan problem", J. Math. Mech., 8(1959), 483-498.
- [342] W.T. KYNER: "On a free boundary value problem for the heat equation", Quart. Appl. Math., 17(1959), 305-310.
- [343] O.A. LADYZENSKAJA - V.A. SOLONNIKOV - N.N. URAL'CEVA: "Linear and quasilinear equations of parabolic type", Amer. Math. Soc., Providence (1968).
- [344] G. LAME - B.P. CLAPEYRON: "Memoire sur la solidification par refroidissement d'un globe liquide", Annales Chimie Physique, 47(1831), 250-256.
- [345] H.G. LANDAU: "Heat conduction in a melting solid", Quart. Appl. Math., 8(1950), 81-94.
- [346] D. LANGFORD: "A closed-form solution for the constant velocity solidification of spheres initially at the fusion temperature", Brit. J. Appl. Phys., 17(1966), 286.
- [347] D. LANGFORD: "The freezing of spheres", Int. J. Heat Mass Transfer, 9(1966), 827-828.

- [348] D. LANGFORD: "New analytic solutions of the one-dimensional heat equation for temperature and heat flow rate both prescribed at the same fixed boundary (with applications to the phase change problem)", *Quart. Appl. Math.*, 24(1966), 315-322.
- [349] D. LANGFORD: "Pseudo-similarity solutions of the one-dimensional diffusion equation with applications to the phase change problem", *Quart. Appl. Math.*, 25 (1967), 45-52.
- [350] E. LANGHAM: "The nature of the mushy region in Stefan problems with Joule heating", *Proc. Symposium on moving boundary in heat flow and diffusion*, Clarendon Press, Oxford (1975), 256-257.
- [351] C. LAPADULA - W.K. MUELLER: "Heat conduction with solidification and a consecutive boundary condition at the freezing front", *Int. J. Heat Mass Transfer*, 9 (1966), 702-704.
- [352] C. LAPADULA - W.K. MUELLER: "The effect of buoyancy on the formation of a solid deposit freezing onto a vertical surface", *Int. J. Heat Mass Transfer*, 13(1970), 13-25.
- [353] T.J. LARINER: "Approximate solutions to phase-change problems", *AIAA J.*, 5(1967), 2079-2080.
- [354] A. LAZARIDIS: "A numerical solution of the multidimensional solidification (or melting) problem", *Int. J. Heat Mass Transfer*, 13(1970), 1459-1477.
- [355] J.M. LEDERMAN - B.A. BOLEY: "Axisymmetric melting or solidification of circular cylinders", *Int. Heat Mass Transfer*, 13(1970), 413-427.
- [356] J.A. DE LEEUW DEN BOUTER - P.M. HEERTJES: "Determination of the surface temperature of crystals growing from melts under unidirectional cooling", *J. Crystal Growth*, 5(1969), 19-25.
- [357] J.A. DE LEEUW DEN BOUTER - P.M. HEERTJES - F.C.H. JONGENELEN: "The influence of solute build-up on crystallization of binary mixtures by unidirectional cooling", *J. Crystal Growth*, 6(1970), 327-333.
- [358] G. LEPPERT - C.C. PITTS: "Boiling", *Advances in Heat Transfer*, Vol. 1, Academic Press, New York (1964), 185-266.
- [359] J.S. LETCHER, Jr.: "An improved theory of heat conduction in thin surface layers", *J. Heat Transfer*, 91C (1969), 585-587.
- [360] R.L. LEVIN: "Generalized analytical solution for the freezing of a supercooled aqueous solution in a finite domain", *Int. J. Heat Mass Transfer*, 23(1980), 951-959.
- [361] P.A. LIBBY - S. CHEN: "The growth of a deposited layer on a cold surface", *Int. J. Heat Mass Transfer*, 8(1965), 395-402.
- [362] N.M.H. LIGHTFOOT: "The solidification of molten steel", *Proc. London Math. Soc.*, 31(1930), 97-116.
- [363] C. LIMPIYAKORN - L. BURMEISTER: "The effect of thermal radiation on transient vaporization of a saturated liquid at a constant-temperature plate", *J. Heat Transfer*, 94C (1972), 415-418.

- [364] S. LIN: "One dimensional freezing or melting process in a body with variable cross-sectional area", *Int. J. Heat Mass Transfer*, 14(1971), 153-156.
- [365] G.R. LING - C.L. TIEN: "An analysis of cell freezing and dehydration", *J. Heat Transfer*, 92 C (1970), 393-398.
- [366] W. LINIGER: "The solution of a transition problem in a superconducting strip", *J. Math. Physics*, 3(1962), 578-586.
- [367] J.L. LIONS: "Quelques méthodes de résolution des problèmes aux limites non linéaires", Dunod-Gauthier Villars, Paris (1969).
- [368] J.L. LIONS: "Sur la théorie du contrôle", *Proc. Int. Congress of Math.*, Vancouver (1974), 139-154.
- [369] J.L. LIONS: "On free surface problems: Methods of variational and quasi variational inequalities", *Lectures Notes in Math.* N° 461, (1975), 129-148.
- [370] J.L. LIONS: "Asymptotic behaviour of solutions of variational inequalities with highly oscillating coefficients", *Lectures Notes in Math.* N° 503, Springer Verlag (1976), 30-55.
- [371] J.L. LIONS: "Introduction to some aspects of free surface problems, Numerical solution of partial differential equations-III (SYNSPADE)", Academic Press, New York (1976), 373-391.
- [372] J.L. LIONS: "Sur quelques questions d'analyse, de mécanique et de contrôle optimal", Les Presses de l'Univ. de Montréal (1976).
- [373] J. LI-SHANG: "The proper posing of free boundary problems for nonlinear parabolic differential equations", *Chinese Math.*, 3(1963), 399-418.
- [374] J. LI-SHANG: "The two-phase Stefan problem, I", *Chinese Math.*, 4(1963), 686 - 702.
- [375] J. LI-SHANG: "The two-phase Stefan problem. II", *Chinese Math.*, 5(1964), 36-53.
- [376] J. LI-SHANG: "Existence and differentiability of the solution of two-phase Stefan problem for quasilinear parabolic equations", *Chinese Math.*, 7(1965), 481-496.
- [377] G.S.H. LOCK: "On the use of asymptotic solutions to plane ice-water problems", *J. Glaciology*, 8(1969), 285-300.
- [378] G.S.H. LOCK - J.R. GUNDERSON - D. QUON - J.K. DONNELLY: "A study of one-dimensional ice formation with particular reference to periodic growth and decay", *Int. J. Heat Mass Transfer*, 12(1969), 1343-1352.
- [379] G.S.H. LOCK - R.H. NYREN: "Analysis of fully-developed ice formation in a convectively-cooled circular tube", *Int. J. Heat Mass Transfer*, 14(1971), 825-834.
- [380] P.A. LONGWELL: "A graphical method for solution of freezing problems", *A.I.Ch. E. Journal*, 4(1958), 53-57.
- [381] D. LONGWORTH: "A numerical method to determine the temperature distribution around a moving weld pool", *Proc. Symposium on moving boundary problems in heat flow and diffusion*, Clarendon Press, Oxford (1975), 54-61.
- [382] M. LOTKIN: "The calculation of heat flow in melting solids", *Quart. Appl. Math.*, 18(1960), 79-85.

- [383] A.V. LUIKOV: "Analytical heat diffusion theory", Academic Press, New York (1968).
- [384] G. LYAN-KUN: "The behavior of the solution of Stefan's problem when time increases unboundedly", Soviet Math. Dokl., 2(1961), 570-573.
- [385] J. MADEJSKI: "Solidification in flow through channels and into cavities", Int. J. Heat Mass Transfer, 19(1976), 1351-1356.
- [386] E. MAGENES: "Topics in parabolic equations: Some typical free boundary problems", Publ. N° 130, Laboratorio di Anal. Numerica, Pavia (1977).
- [387] G.A. MARTYNOV: "Solution of the inverse Stefan problem in the case of spherical symmetry", Soviet Physics Dokl., 5(1960), 215-218.
- [388] J.I. MASTERS: "Problem of intense surface heating of a slab accompanied by change of phase", J. Appl. Physics, 27(1956), 477-484.
- [389] J.R. MATTHEWS: "Bridging the gap between whole core accident and fuel behaviour codes, Vol. D: Structural analysis of reactor fuel elements and assemblies", T.A. Jaeger - B.A. Boley (Ed.), (1979), paper D 7/1.
- [390] A. McNABB: "Asymptotic behavior of solutions of a Stefan problem", J. Math. Anal. Appl., 51(1975), 633-642.
- [391] C.K. MEADLEY: "Back-diffusion in a finite medium with a moving boundary", Quart. J. Mech. Appl. Math., 24(1971), 43-51.
- [392] V.G. MELAMED: "Solution of a Stefan type problem for a quasilinear parabolic systems", USSR Comp. Math. and Math. Phys., 9(1969), 118-127.
- [393] G.H. MEYER: "On a free interface problem for linear ordinary differential equations and the one-phase Stefan problem", Num. Math., 16(1970), 248-267.
- [394] G.H. MEYER: "A numerical method for two-phase Stefan problem", SIAM J. Num. Anal., 8(1971), 555-568.
- [395] G.H. MEYER: "Multidimensional Stefan problems", SIAM J. Num. Anal., 10(1973), 522-538.
- [396] G.H. MEYER: "Initial value methods for boundary value problems", Academic Press, New York (1973).
- [397] G.H. MEYER: "Heat transfer during fluidized-bed coating", Int. J. Num. Meth. Eng., 9(1975), 669-678.
- [398] G.H. MEYER: "An alternating direction method for multi-dimensional parabolic free surface problems", Int. J. Num. Meth. Eng., 11(1977), 741-752.
- [399] G.H. MEYER: "One-dimensional parabolic free boundary problems", SIAM Review, 19(1977), 17-34.
- [400] G.H. MEYER: "An application of the method of lines to multidimensional free boundary problems", J. Inst. Math. Appl., 20(1977), 317-329.
- [401] G.H. MEYER: "A numerical method for heat transfer in an expanding rod", Int. J. Heat Mass Transfer, 21(1978), 824-826.
- [402] G.H. MEYER: "The numerical solution of multidimensional Stefan problems. A survey", Proc. Symposium on moving boundary problems, Academic Press, New York (1978), 73-89.

- [403] B.B. MIKIC: "On some aspects of bubble growth rates; effect of bubble shape", *Recueil des travaux de l'Institut Math.*, 3(1979), 81-94.
- [404] J.W. MILES: "A note on Riemann's method applied to the diffusion equation", *Quart. Appl. Math.*, 8(1950), 95-101.
- [405] F. MILINAZZO - G.W. BLUMAN: "Numerical similarity solutions to Stefan problems", *ZAMM*, 55(1975), 423-429.
- [406] J.V. MILLER - K.W. MORTON - M.J. BAINES: "A finite element moving boundary computation with an adaptive mesh", *J. Inst. Math. Appl.*, 22(1978), 467-477.
- [407] W.L. MIRANKER: "A free boundary value problem for the heat equation", *Quart. Appl. Math.*, 16(1958), 121-130.
- [408] W.L. MIRANKER - J.B. KELLER: "The Stefan problem for a nonlinear equation", *J. Math. Mech.*, 9(1960), 67-70.
- [409] D. MOALEM MARON - M. SOKOLOV - S. SIDEMAN: "A closed periodic condensation-evaporation cycle of an immiscible gravity driven bubble", *Int. J. Heat Mass Transfer*, 23(1980), 1417-1424.
- [410] D. MOALEM MARON - W. ZIJL - J. ABOUDI: "Hydrodynamic and transfer characteristics in free interface film due to time-dependent disturbance at the entry", *Int. J. Heat Mass Transfer*, 23(1980), 927-941.
- [411] C. MORENO - C. SAGUEZ: "Dependance par rapport aux données de la frontière libre associée à certaines inéquations variationnelles d'évolution", *Rapport de Recherche N° 298, LABORIA - IRIA* (1978).
- [412] M. MORI: "Numerical solution of the Stefan problem by the finite element Method", *Memoirs Num. Anal.*, 2(1975), 35-44.
- [413] M. MORI: "Stability and convergence of finite element method for solving the Stefan problem", *Publ. RIMS, Kyoto Univ.*, 12(1976), 539-563.
- [414] M. MORI: "A finite element method for solving the two phase Stefan problem in one space dimension", *Publ. RIMS, Kyoto Univ.*, 13(1977), 723-753.
- [415] D.J. MORRISON - G.I. ABDEL-KHALIK: "Effects of phase-change energy storage on the performance of air-based and liquid-based solar heating systems", *Solar energy*, 20(1978), 57-67.
- [416] J.C. MUEHLBAUER - J.D. HATCHER - D.W. LYONS - J.E. SUNDERLAND: "Transient heat transfer analysis of alloy solidification", *J. Heat Transfer*, 95 C (1973), 324-331.
- [417] J.C. MUEHLBAUER - J.E. SUNDERLAND: "Heat conduction with freezing or melting", *Appl. Mech. Reviews*, 18(1965), 951-959.
- [418] T.E. MULLIN - R.B. RENDA: "Falling-film solidification rates for water inside a short vertical tube", *J. Heat Transfer*, 94 C (1972), 305-309.
- [419] W.D. MURRAY - F. LANDIS: "Numerical and machine solutions of transient heat-conduction problems involving melting or freezing", *J. Heat Transfer*, 81 C (1959), 106-112.
- [420] J.A. NITSCHKE: "Finite element approximations to the one-dimensional Stefan problem", in *Recent Adv. in Numerical Analysis*, Academic Press (1978), 119-142.

- [421] J.A. NITSCHÉ: "Approximation des eindimensionalen Stefan-problems durch finite elemente", International Congress of Math., Helsinki, August 15-23 (1978) .
- [422] J.A. NITSCHÉ: "Finite element approximations for free boundary problems", TICOM, second International Conference on Computational methods in Nonlinear Mechanics, Austin, Texas, March 26-29 (1979) .
- [423] B. NOBLE: "Heat balance methods in melting problems", Proc. Symposium on moving boundary problems in heat flow and diffusion, Clarendon Press, Oxford (1975), 208-209.
- [424] T. NOGI: "A difference scheme for solving the Stefan problem", Publ. RIMS, Kyoto Univ., 9(1974), 543-575.
- [425] T. NOGI: "A mathematical model of spherical nucleus in the undercooling state of metal", Publ. RIMS, Kyoto Univ., 15(1979), 159-199.
- [426] T. NOGI: "A difference scheme for solving two phase Stefan problem of heat equation", Publ. RIMS, Kyoto Univ., 16(1980), 313-341.
- [427] J.R. OCKENDON: "Techniques of analysis", Proc. Symposium on moving boundary problems in heat flow and diffusion, Clarendon Press, Oxford (1975), 138-149.
- [428] J.R. OCKENDON: "Numerical and analytic solutions of moving boundary problems", Proc. Symposium on moving boundary problems, Academic Press, New York (1978), 129-145.
- [429] J.R. OCKENDON - W.R. HODGKINS (Ed.): "Moving boundary problems in heat flow and diffusion", Clarendon Press, Oxford (1975).
- [430] J.T. ODEN - N. KIKUCHI: "Finite element methods for certain free boundary-value problems in mechanics", Proc. Symposium on moving boundary problems, Academic Press, New York (1978), 147-164.
- [431] O.A. OLEINIK: "A method of solution of the general Stefan problem", Soviet Math. Dokl., 1(1960), 1350-1354.
- [432] O.A. OLEINIK: "On Stefan-type free boundary problems for parabolic equations", Seminari dell'Istituto di Alta Matematica, (1962/63), 388-403.
- [433] M.N. OZISIK: "A note on the general formulation of phase change problem as heat conduction problem with a moving heat source", J. Heat transfer, 100 C (1978), 370-371.
- [434] M.N. OZISIK - J.C. MULLIGAN: "Transient freezing of liquids in forced flow inside circular tubes", J. Heat Transfer, 91 C (1969), 385-390.
- [435] P.D. PATEL: "Interface conditions in heat-conduction problems with change of phase", AIAA Journal, 6(1968), 24-54.
- [436] P.D. PATEL - B.A. BOLEY: "Solidification problems with space and time varying boundary conditions and imperfect mold contact", Int. J. Eng. Sci., 7(1969), 1041-1066.
- [437] S. PATERSON: "Propagation of a boundary of fusion", Proc. Glasgow Math. Assoc., 1(1952), 42-47.
- [438] R.I. PEDROSO - G.A. DOMOTO: "Inward spherical solidification-solution by the method of strained coordinates", Int. J. Heat Mass Transfer, 16(1973), 1037-1043.

- [439] R.I. PEDROSO - G.A. DOMOTO: "Perturbation solutions for spherical solidification of saturated liquids", J. Heat Transfer, 95 C (1973), 42-46.
- [440] R.I. PEDROSO - G.A. DOMOTO: "Technical note on planar solidification with fixed wall temperature and variable thermal properties", J. Heat Transfer, 95 C (1973), 553-555.
- [441] D.A. PEEL: "Some moving boundary problems in the steel industry", Proc. Symposium on moving boundary problems in heat flow and diffusion, Clarendon Press, Oxford (1975), 5-18.
- [442] C.L. PEKERIS - L.B. SLICHTER: "Problem of ice formation", J. Appl. Physics, 10 (1939), 135-137.
- [443] A. PERKINS: "Scrap melting", Proc. Symposium on moving boundary problems in heat flow and diffusion, Clarendon Press, Oxford (1975), 19-25.
- [444] D.R. PITTS - H.H. YEN - T.W. JACKSON: "Transient film boiling of water on a horizontal wire", J. Heat Transfer, 90 C (1968), 476-481.
- [445] M.S. PLESSET: "The dynamics of cavitation bubbles", J Appl. Mech., 16(1949) , 277-282.
- [446] M.S. PLESSET - S.A. ZWICK: "A nonsteady heat diffusion problem with spherical symmetry", J. Appl. Physics, 23(1952), 95-98.
- [447] M.S. PLESSET - S.A. ZWICK: "The growth of vapor bubbles in superheated liquids", J. Appl. Physics, 23(1954), 493-500.
- [448] G. POOTS: "An approximate treatment of a heat conduction problem involving a two-dimensional solidification front", Int. J. Heat Mass Transfer, 5(1962), 339-348.
- [449] G. POOTS: "On the application of integral-methods to the solution of problems involving the solidification of liquids initially at fusion temperature", Int. J. Heat Mass Transfer, 5(1962), 525-531.
- [450] I.G. PORTNOV: "Exact solution of freezing problem with arbitrary temperature variation on fixed boundary", Soviet Physics Dokl., 7(1962), 186-189.
- [451] A. PRASAD - H.C. AGRAWAL: "Biot's variational principle for a Stefan problem", AIAA Journal, 10(1972), 325-327.
- [452] P.H. PRICE - M.R. SLACK: "The effect of latent heat on numerical solutions of the heat flow equation", Brit. J. Appl. Physics, 5(1954), 285-287.
- [453] M. PRIMICERIO: "Stefan-like problems with space-dependent latent heat", *Mecanica*, 5(1970), 187-190.
- [454] M. PRIMICERIO: "Sopra un caso limite per problemi di diffusione con condizioni al contorno non lineari", Boll. U.M.I., 5(1972), 205-216.
- [455] M. PRIMICERIO: "Problemi a contorno libero per l'equazione della diffusione", Rend. Sem. Mat. Univ. Politec. Torino, 32(1973/74), 183-206.
- [456] M. PRIMICERIO: "Problemi di diffusione a frontiera libera", Boll. U.M.I., 18A(1981), 11-68.
- [457] D. QUILGHINI: "Sul comportamento asintotico delle soluzioni di un problema del tipo di Stefan", Atti Sem. Mat. Fis. Modena, 12(1962/63), 107-120.

- [458] D. QUILGHINI: "Su di un nuovo problema del tipo di Stefan", Ann. Mat. Pura Appl., 62(1963), 59-97.
- [459] D. QUILGHINI: "Un teorema di unicità per un problema del tipo di Stefan", Boll. U.M.I., 18(1963), 270-278.
- [460] D. QUILGHINI: "Un teorema di unicità per un problema unidimensionale non lineare del tipo di Stefan", Le Matematiche, 20(1965), 142-155.
- [461] D. QUILGHINI: "Sul problema della conduzione del calore nel muro", Boll. U.M.I. 20(1965), 96-105.
- [462] D. QUILGHINI: "Una analisi fisico-matematica del processo del cambiamento di fase", Ann. Mat. Pura Appl., 67(1965), 33-74.
- [463] D. QUILGHINI: "Sul problema inverso di quello di Stefan", Riv. Mat. Univ. Parma, 8(1967), 131-142.
- [464] D. QUILGHINI: "Un problema di controllo ottimale nel cambiamento di stato in uno strato", Ann. Mat. Pura Appl., 84(1970), 309-320.
- [465] S. RAISSI - D.J. WOLLKIND: "A nonlinear stability analysis of the melting of a dilute binary alloy", Depart. of Math., Washington State Univ., N° 25 (1974).
- [466] J.W. RAMSEY - E.M. SPARROW: "Melting and natural convection due to a vertical embedded heater", J. Heat Transfer, 100(1978), 368-370.
- [467] K.A. RATHJEN - L.M. JIJ: "Heat conduction with melting or freezing in a corner", J. Heat Transfer, 93 C (1971), 101-109.
- [468] D.V. REDOZUBOV: "On linear heat problems with one moving boundary", Soviet Physics - Technical Physics, 2(1957), 1993-2000.
- [469] D.V. REDOZUBOV: "The solution of linear thermal problems with a uniformly moving boundary in a semiinfinite region", Sov. Phys. - Tech. Phys., 5(1960), 570-574.
- [470] D.V. REDOZUBOV: "The solution of certain types of linear thermal problems in limited and semiinfinite regions with motion of the boundary according to a $\beta\sqrt{t}$ law", Soviet Physics - Technical Physics, 7(1962), 459-461.
- [471] O. RICHMOND - R.H. TIEN: "Theory of thermal stresses and air-gap formation during the early stages of solidification in a rectangular mold", J. Mech. Phys. Solids, 19(1971), 273-284.
- [472] D.S. RILEY - P.W. DUCK: "Application of the heat-balance integral method to the freezing of a cuboid", Int. J. Heat Mass Transfer, 20(1977), 294-296.
- [473] D.S. RILEY - F.T. SMITH - G. POOTS: "The inward solidification of spheres and circular cylinders", Int. J. Heat Mass Transfer, 17(1974), 1507-1516.
- [474] J.P. RIQUET - F. DURAND: "Etude thermique de la vitesse de l'interface solide-liquide au cours d'une solidification Bridgman", J. Crystal Growth, 33(1976), 303-310.
- [475] L. ROBERTS: "On the melting of a semi-infinite body of ice placed in a hot stream of air", J. Fluid Mech., 4(1958), 505-528.
- [476] J.F. RODRIGUES: "Sur un problème à frontière libre stationnaire traduisant la cristallisation d'un métal", C.R. Acad. Sc. Paris, 290 A (1980), 823-825.

- [477] J.F. RODRIGUES: "Sur la cristallisation d'un metal en coulée continue par des méthodes variationnelles", Thèse de 3ème Cycle, Univ. Paris VI, 17 Octobre 1980.
- [478] J.C.W. ROGERS: "A free boundary problem as diffusion with non-linear absorption", J. Inst. Math. Appl., 20(1977), 261-268.
- [479] J.C.W. ROGERS - A.E. BERGER - M. CIMENT: "The alternating phase truncation method for numerical solution of a Stefan problem", SIAM J. Num. Anal., 16(1979), 563-587.
- [480] M.E. ROSE: "A method for calculating solutions of parabolic equations with a free boundary", Math. Comp., 14(1960), 249-256.
- [481] M.E. ROSE: "On the melting of a slab", SIAM J. Appl. Math., 15(1967), 495-504.
- [482] B. RUBINSKY - A. SHITZER: "Analysis of a Stefan-like problem in a biological tissue around a cryosurgical probe", J. Heat Transfer, 98 C (1976), 514-519.
- [483] B. RUBINSKY - A. SHITZER: "Analytic solutions to the heat equation involving a moving boundary with applications to the change of phase problem (The inverse Stefan problem)", J. Heat Transfer, 100 C (1978), 300-304.
- [484] L.I. RUBINSTEIN: "On a case of Stefan's problem", Soviet Physics Dokl., 7(1962), 21-22.
- [485] L.I. RUBINSTEIN: "The heating and melting of a solid body by friction", Soviet Physics Dokl., 7(1962), 106-109.
- [486] L.I. RUBINSTEIN: "Solution of a single-phase Stefan-type problem", Soviet Physics Dokl., 11(1966), 485-487.
- [487] L.I. RUBINSTEIN: "Initial direction of the crystallization process when plates are immersed into a melt", Soviet Physics Dokl., 11(1966), 494-496.
- [488] L.I. RUBINSTEIN: "The Stefan problem", Trans. Math. Monographs - Vol. 27, Amer. Math. Soc., Providence (1971).
- [489] L.I. RUBINSTEIN: "The Stefan problem: comments on its present state", J. Inst. Math. Appl., 24(1979), 259-277.
- [490] W. RUNDELL: "The Stefan problem for a pseudo-heat equation", Indiana Univ. Math. J., 27(1978), 739-750.
- [491] A.L. RUOFF: "An alternate solution of Stefan's problem", Quart. Appl. Math., 16 (1958), 197-201.
- [492] G.G. SACKETT: "An implicit free boundary problem for the heat equation", SIAM J. Num. Anal., 8(1971), 80-96.
- [493] G.G. SACKETT: "Numerical solution of a parabolic free boundary problem arising in statistical decision theory", Math. Comp., 25(1971), 425-434.
- [494] M.H. SADD - J.E. DIDLAKE: "Non-Fourier melting of a semi-infinite solid", J. Heat Transfer, 99 C (1977), 25-28.
- [495] C. SAGUEZ: "Contrôle optimal de systèmes gouvernés par des inéquations variationnelles. Applications à des problèmes de frontière libre", Rapport de Recherche N° 191, IRIA-LABORIA (1976).
- [496] C. SAGUEZ: "Un problème de Stefan avec source sur la frontière libre", Rapport de Recherche N° 268, LABORIA-IRIA(1977).

- [497] C. SAGUEZ: "Contrôle optimal de systèmes à frontière libre", Thèse d'Etat, Univ. de Compiègne, 23 Septembre 1980 .
- [498] T. SAITOH: "Numerical method for multi-dimensional freezing problems in arbitrary domains", J. Heat Transfer, 100 C (1978), 294-299.
- [499] A.A. SAMARSKII - B.D. MOISEYENKO: "An economic continuous calculation scheme for the Stefan multidimensional problem", USSR Comp. Math. and Math. Phys., 5(1965), 43-58.
- [500] J.M. SAVINO - R. SIEGEL: "An analytical solution for solidification of a moving warm liquid onto an isothermal cold wall", Int. J. Heat Mass Transfer, 12(1969), 803-809.
- [501] D.G. SCHAEFFER: "A new proof of the infinite differentiability of the free boundary in the Stefan problem", J. Diff. Eq., 20(1976), 266-269.
- [502] A. SCHATZ: "Free boundary problems of Stephan type with prescribed flux", J. Math. Anal. Appl., 28(1969), 569-580.
- [503] W. SCHNEIDER: "Transient solidification of a flowing liquid at a heat conducting wall", Int. J. Heat Mass Transfer, 23(1980), 1377-1383.
- [504] R.A. SEBAN: "A comment on the periodic freezing and melting of water", Int. J. Heat Mass Transfer, 14(1971), 1862-1864.
- [505] R.F. SEKERKA: "Morphological stability", J. Crystal Growth, 4(1968), 71-81.
- [506] R.F. SEKERKA: "A Green's function to describe the time-dependent shape of a morphologically unstable solid-liquid interface during solidification", J. Crystal Growth, 10(1971), 239-250.
- [507] M.S. SELIM - R.C. SEAGRAVE: "Solution of moving-boundary transport problems in finite media by integral transforms. I. Problems with a plane moving boundary", Ind. Eng. Chem. Fundam., 12(1973), 1-8.
- [508] M.S. SELIM - R.C. SEAGRAVE: "Solution of moving-boundary transport problems in finite media by integral transforms. II. Problems with a cylindrical or spherical moving boundary", Ind. Eng. Chem. Fundam., 12(1973), 9-13.
- [509] O. SERO-GUILLAUME: "Problème à frontière libre de type Stefan", Thèse de 3ème Cycle, Institut National Polytechnique de Lorraine, 15 Juin 1978.
- [510] O. SERO-GUILLAUME: "Problème à frontière libre de type Stefan", C. R. Acad. Sc. Paris, 287 A (1978), 759-761.
- [511] R. SESHADRI - A.V.G. KRISHNAYYA: "Quasisteady approach for thermal analysis of insulated structures", Int. J. Heat Mass Transfer, 23(1980), 111-121.
- [512] G. SESTINI: "Esistenza di una soluzione in problemi analoghi a quello di Stefan", Riv. Mat. Univ. Parma, 3(1952), 3-23.
- [513] G. SESTINI: "Esistenza ed unicità nel problema di Stefan relativo a campi dotati di simmetria", Riv. Mat. Univ. Parma, 3(1952), 103-113.
- [514] G. SESTINI: "Sopra un teorema di unicità in problemi unidimensionali analoghi a quello di Stefan", Boll. U.M.I., 12(1957), 516-519.
- [515] G. SESTINI: "Ancora su di un teorema di unicità in problemi unidimensionali analoghi a quello di Stefan", Boll. U.M.I., 14(1959), 373-375.

- [516] G. SESTINI: "Sul problema unidimensionale non lineare di Stefan in uno strato piano indefinito", *Ann. Mat. Pura Appl.*, 51(1960), 203-224.
- [517] G. SESTINI: "Problemi di diffusione lineari e non lineari analoghi a quello di Stefan", *Conferenze Sem. Mat. Univ. Bari*, N° 55-56 (1960).
- [518] G. SESTINI: "Sul problema non lineare di Stefan in strati cilindrici o sferici", *Ann. Mat. Pura Appl.*, 56(1961), 193-207.
- [519] G. SESTINI: "Su un problema non lineare del tipo di Stefan", *Lincei - Rend. Sc. Fis. Mat. e Nat.*, 35(1963), 518-523.
- [520] G. SESTINI: "Problemi analoghi a quello di Stefan e loro attualità", *Rend. Sem. Mat. Fis. Milano*, 37(1967-68), 39-50.
- [521] G. SESTINI: "Fisica Matematica: Matematica applicata o applicazione della matematica", *Riv. Mat. Univ. Parma*, 3(1974), 309-317.
- [522] A.A. SFEIR - J.A. CLUMPNER: "Continuous casting of cylindrical ingots", *J. Heat Transfer*, 99 C (1977), 29-34.
- [523] I. SHAI - W.M. ROHSENOW: "The mechanism of and stability criterion for nucleate pool boiling of sodium", *J. Heat Transfer*, 91 C (1969), 315-329.
- [524] N. SHAMSUNDAR: "Comparison of numerical methods for diffusion problems with moving boundaries", *Proc. Symposium on moving boundary problems*, Academic Press, New York (1978), 165-185.
- [525] N. SHAMSUNDAR - E.M. SPARROW: "Store of thermal energy by solid-liquid phase change-temperature drop and heat flux", *J. Heat Transfer*, 96 C (1974), 541-543.
- [526] N. SHAMSUNDAR - E.M. SPARROW: "Analysis of multidimensional conduction phase change via the enthalpy model", *J. Heat Transfer*, 97 C (1975), 333-340.
- [527] N. SHAMSUNDAR - E.M. SPARROW: "Effect of density change on multidimensional conduction phase change", *J. Heat Transfer*, 98 C (1976), 550-557.
- [528] O.P. SHARMA - M. ROTENBERG - S.S. PENNER: "Phase-change problems with variable surface temperatures", *AIAA Journal*, 5(1967), 677-682.
- [529] B. SHERMAN: "A free boundary problem for the heat equation with heat input at a melting interface", *Quart. Appl. Math.*, 23(1966), 337-347.
- [530] B. SHERMAN: "A free boundary problem for the heat equation with prescribed flux at both fixed face and melting interface", *Quart. Appl. Math.*, 25(1967), 53-63.
- [531] B. SHERMAN: "Continuous dependence and differentiability properties of the solution of a free boundary problem for the heat equation", *Quart. Appl. Math.*, 27(1970), 427-439.
- [532] B. SHERMAN: "A general one-phase Stefan problem", *Quart. Appl. Math.*, 28(1970), 377-382.
- [533] B. SHERMAN: "Limiting behavior in some Stefan problems as the latent heat goes to zero", *SIAM J. Appl. Math.*, 20(1971), 319-327.
- [534] B. SHERMAN: "General one-phase Stefan problems and free boundary problems for the heat equation with Cauchy data prescribed on the free boundary", *SIAM J. Appl. Math.*, 20(1971), 555-570.

- [535] B. SHERMAN: "Free boundary problems for the heat equation in which the moving interface coincides initially with the fixed face", *J. Math. Anal. Appl.*, 33 (1971), 449-466.
- [536] A.A. SHIBANI - H.N. OZISIK: "A solution of freezing of liquids of low Prandtl number in turbulent flow between parallel plates", *J. Heat Transfer*, 99 C (1977), 20-24.
- [537] Y.P. SHIH - S.Y. TSAY: "Analytical solutions for freezing a saturated liquid in side or outside cylinders", *Chem. Eng. Sci.*, 26(1971), 809-816.
- [538] Y.P. SHIH - T.C. CHOU: "Analytical solutions for freezing a saturated liquid in side or outside spheres", *Chem. Eng. Sci.*, 26(1971), 1787-1793.
- [539] D.L. SIKARSKIE - B.A. BOLEY: "The solution of a class of two-dimensional melting and solidification problems", *Int. J. Solids Structures*, 1(1965), 207-234.
- [540] O.M. SILVARES - E.G. GRAVALHO - W.M. TOSCANO - G.E. HUGGINS: "The thermodynamics of water transport from biological cells during freezing", *J. Heat Transfer*, 97 C (1975), 582-588.
- [541] J.A. SIMMONS - R.L. PARKER - R.E. HOWARD: "Theory of whisker growth and evaporation", *J. Appl. Phys.*, 35(1964), 2271-2272.
- [542] G.I. SISKIN: "On a heat transfer problem with free boundary", *Soviet Math. Dokl.*, 12(1971), 682-686.
- [543] G.I. SISKIN: "On a problem of Stefan type with discontinuous moving boundary", *Soviet Math. Dokl.*, 16(1975), 1409-1412.
- [544] A.M. SKOBEEV: "The formulation of the problem of impact of a viscous-plastic bar", *J. Appl. Math. Mech.*, 29(1965), 934-937.
- [545] M.B. SMALL - J.F. BARNES: "The distribution of solvent in an unstirred melt under the conditions of crystal growth by liquid epitaxy and its effect on the rate of growth", *J. Crystal Growth*, 5(1969), 9-12.
- [546] V.G. SMITH - W.A. TILLER - J.W. RUTTER: "A mathematical analysis of solute redistribution during solidification", *Canadian J. Physics*, 33(1955), 723-745.
- [547] A. SOLOMON: "Some remarks on the Stefan problem", *Math. Comp.*, 20(1966), 347-360.
- [548] A.D. SOLOMON: "The applicability and extensability of Megerlin's method for solving parabolic free boundary problems", *Proc. Symposium on moving boundary problems*, Academic Press, New York (1978), 187-202.
- [549] A.D. SOLOMON: "Melt time and heat flux for a simple PCM body", *Solar Energy*, 22 (1979), 251-257.
- [550] A.D. SOLOMON: "An easily computable solution to a two-phase Stefan problem", *Solar Energy*, 23(1979), 525-528.
- [551] F.W. SPAID - A.F. CHARWAT - L.G. REDEKOPP - R. ROSEN: "Shape evolution of a subliming surface subjected to unsteady spatially nonuniform heat flux", *Int. J. Heat Mass Transfer*, 14(1971), 673-687.
- [552] E.M. SPARROW: "Discussion on: the melting of finite slabs", *J. Appl. Mech.*, 27 E (1960), 598.

- [553] E.M. SPARROW - S.V. PATANKAR - S. RAMADHYANI: "Analysis of melting in the presence of natural convection in the melt region", J. Heat Transfer, 99 C (1977), 520-526.
- [554] E.M. SPARROW - S. RAMADHYANI - S.V. PATANKAR: "Effect of subcooling on cylindrical melting", J. Heat Transfer, 100 C (1978), 395-402.
- [555] J. STEFAN: "Über die theorie der Eisbildung", Monatshefte Mat. Phys., 1(1890), 1-6.
- [556] J. STEFAN: "Ueber die theorie der Eisbildung, insbesondere über die Eisbildung im Polarmeere", Annalen der Physik und Chemie, 42(1891), 269-286.
- [557] K. STEPHAN: "Influence of heat transfer on melting and solidification in forced flow", Int. J. Heat Mass Transfer, 12(1969), 199-214.
- [558] K. STEPHAN - B. HOLZKNECHT: "Heat conduction in solidification of geometrically simple bodies", Wärme und Stoffübertragung, 7(1974), 200-207.
- [559] J.E. SUNDERLAND - R.J. GROSH: "Transient temperature in a melting solid", J. Heat Transfer, 83 C (1961), 409-414.
- [560] A.I. SUSLOV: "On Stefan's problem occurring in the theory of powder burning", J. Appl. Math. Mech., 41(1977), 87-92.
- [561] I.G. TADJBAKHS: "Thermal stresses in an elastic half-space with a moving boundary", AIAA Journal, 1(1963), 214-215.
- [562] I. TADJBAKHS - W. LINIGER: "Free boundary problems with regions of growth and decay", Quart. J. Mech. Appl. Math., 17(1964), 141-155.
- [563] R.J. TAIT: "Additional pseudo-similarity solutions of the heat equation in the presence of moving boundaries", Quart. Appl. Math., 37(1979), 313-324.
- [564] S. TAKAGI: "An analysis of ice lens formation", Water Resources Research, 6(1970), 736-749.
- [565] L.N. TAO: "Generalized numerical solutions of freezing of saturated liquid in cylinders and spheres", A. I. Ch. E. Journal, 13(1967), 165-169.
- [566] L.N. TAO: "The Stefan problem with arbitrary initial and boundary conditions", Quart. Appl. Math., 36(1978), 223-233.
- [567] L.N. TAO: "Free boundary problems with radiation boundary conditions", Quart. Appl. Math., 37(1979), 1-10.
- [568] L.N. TAO: "On solidification problems including the density jump at the moving boundary", Quart. J. Mech. Appl. Math., 32(1979), 175-185.
- [569] L.N. TAO: "On solidification of a binary alloy", Quart. J. Mech. Appl. Math., 33(1980), 211-225.
- [570] L.N. TAO: "The analyticity of solutions of the Stefan problem", Arch. Rat. Mech. Anal., 72(1980), 285-301.
- [571] D.A. TARZIA: "Aplicación de métodos variacionales en el caso estacionario del problema de Stefan a dos fases", Math. Notae, 27(1979/80), 145-156. "Una familia de problemas que converge hacia el caso estacionario del problema de Stefan a dos fases", Math. Notae, 27(1979/80), 157-165.

- [572] D.A. TARZIA: "Sur le problème de Stefan à deux phases", Thèse de 3ème Cycle, Univ. Paris VI, 8 Mars 1979. C.R. Acad. Sc. Paris, 288 A (1979), 941-944.
- [573] D.A. TARZIA: "Sobre el caso estacionario del problema de Stefan a dos fases", Math. Notae, 28(1980/81), 73-89.
- [574] D.A. TARZIA: "An inequality for the coefficient σ of the free boundary $s(t) = 2\sigma\sqrt{t}$ of the Neumann solution for the two-phase Stefan problem", Quart. Appl. Math., To appear.
- [575] D.A. TARZIA: "Etude de l'inéquation variationnelle proposée par Duvaut pour le problème de Stefan à deux phases, I", Boll. U.M.I., A paraître.
- [576] D.A. TARZIA: "Determination of the unknown coefficients in the Lamé-Clapeyron problem (or one-phase Stefan problem)", Adv. Appl. Math., To appear.
- [577] A.B. TAYLER: "The mathematical formulation of Stefan problems", Proc. Symposium on moving boundary problems in heat flow diffusion, Clarendon Press, Oxford (1975), 120-137.
- [578] T.G. THEOFANOUS - H.C. LIM: "An approximate analytical solution for non-planar moving boundary problems", Chem. Eng. Sc., 26(1971), 1297-1300.
- [579] C. TIEN - Y.C. YEN: "Approximate solution of a melting problem with natural convection", Chem. Prog. Sym. Series, Vol. 62 N° 64(1966), 166-172.
- [580] L.C. TIEN - S.W. CHURCHILL: "Freezing front motion and heat transfer outside an infinite, isothermal cylinder", A. I. Ch. E. Journal, 11(1965), 790-793.
- [581] R.H. TIEN - G.E. GEIGER: "The unidimensional solidification of a binary eutectic system with a time-dependent surface temperature", J. Heat Transfer, 90 C (1968), 27-31.
- [582] R.H. TIEN - G.E. GEIGER: "A heat-transfer analysis of the solidification of a binary eutectic system", J. Heat Transfer, 89 C (1967), 230-234.
- [583] R.H. TIEN - V. KOUMP: "Thermal stresses during solidification on basis of elastic model", J. Appl. Mech., 36 E (1969), 763-767.
- [584] R.H. TIEN - V. KOUMP: "Effect of density change on the solidification of alloys", J. Heat Transfer, 92 C (1970), 11-16.
- [585] A.N. TIKHONOV - A.A. SAMARSKII: "Equations of mathematical Physics", Pergamon Press, Oxford (1963).
- [586] W.A. TILLER - R.F. SEKERKA: "Redistribution of solute during phase transformations", J. Appl. Physics, 35(1964), 2726-2729.
- [587] G.A. TIRSKII: "Two exact solutions of Stefan's nonlinear problem", Soviet Physics Dokl., 4(1959), 288-292.
- [588] G.A. TIRSKII: "The heating of a heat-conducting wall behind a moving compression shock", Soviet Physics Dokl., 4(1960), 981-984.
- [589] G.A. TIRSKII: "Fusion of a heat-conducting wall behind a moving compression shock", Soviet Physics Dokl., 4(1960), 1202-1206.
- [590] A. TORELLI: "Existence and uniqueness of the solution for a non steady free boundary problem", Boll. U.M.I., 14-B(1977), 423-466.

- [591] A. TORELLI: "On a free boundary problem connected with a non-steady filtration phenomenon of compressible fluid", Publ. N° 148, Laboratorio di Analisi Numerica, Pavia (1977).
- [592] M. TOREN - Y. ZVIRIN - Y. WINOGRAD: "Melting and evaporation phenomena during electrical erosion", J. Heat Transfer, 97 C (1975), 576-581.
- [593] W.F. TRENCH: "On an explicit method for the solution of a Stefan problem", J. Soc. Indust. Appl. Math., 7(1959), 184-204.
- [594] T. TSUBAKI - B.A. BOLEY: "One-dimensional solidification of binary mixtures", Mech. Res. Comm., 4(1977), 115-122.
- [595] D.L. TURCOTTE: "Geophysical problems with moving phase change boundaries and heat flow", Proc. Symposium on moving boundary problems in heat flow and diffusion, Clarendon Press, Oxford (1975), 91-102.
- [596] B.D. TURLAND - R.S. PECKOVER: "The stability of planar melting fronts in two-phase thermal Stefan problems", J. Inst. Math. Appl., 25(1980), 1-15.
- [597] R.A. TURUSOV - S.P. DAVTYAN - K.G. SHKADINSKII - B.A. ROZENBERG - G.D. ANDREEVSKAYA - N.S. ENIKOLOPYAN: "Mechanical phenomena under conditions of solidification-front propagation", Soviet Physics Dokl., 24(1979), 574-575.
- [598] M. UNSAL - W.C. THOMAS: "Linearized stability analysis of film condensation", J. Heat Transfer, 100(1978), 629-634.
- [599] A.B. USPENSKII: "Method of rectifying the fronts for many-front one-dimensional Stefan-type problems", Soviet Physics Dokl., 12(1967), 26-29.
- [600] R.I. VACHON - G.H. NIX - G.E. TANGER - R.O. COBB: "Pool boiling heat transfer from teflon-coated stainless steel", J. Heat Transfer, 91 C (1969), 364-370.
- [601] P.D. VAN BUREN - R. VISKANTA: "Interferometric measurement of heat transfer during melting from a vertical surface", Int. J. Heat Mass Transfer, 23(1980), 568-571.
- [602] P. VAN MOERBEKE: "Optimal stopping and free boundary problems", Rocky Mountain J. Math., 4(1974), 539-578.
- [603] P. VAN MOERBEKE: "An optimal stopping problem with linear reward", Acta Mathematica, 132(1974), 111-151.
- [604] P. VAN MOERBEKE: "On optimal stopping and free boundary problems", Arch. Rat. Mech. Anal., 60(1976), 101-148.
- [605] F.P. VASIL'EV: "On finite difference methods for the solution of Stefan's single-phase problem", USSR Comp. Math. and Math. Phys., 3(1963), 1175-1191.
- [606] F.P. VASIL'EV: "The method of finite differences for solving Stefan's single-phase problem for a quasilinear equation", Soviet Math. Dokl., 4(1963), 1392-1396.
- [607] F.P. VASIL'EV: "A difference method of solving problems of Stefan type for a quasi-linear parabolic equation with discontinuous coefficients", Soviet Math. Dokl., 5(1964), 1109-1113.
- [608] F.P. VASIL'EV: "The method of straight lines for the solution of a one-phase problem of the Stefan type", USSR. Comp. Math. and Math. Phys., 8(1968), 81-101.

- [609] F.P. VASIL'EV - A.B. USPENSKII: "A finite-difference method for the solution of a two-phase Stefan problem with a quasilinear equation", Soviet Math. Dokl., 4(1963), 1475-1478.
- [610] F.P. VASIL'EV - A.B. USPENSKII: "A difference method for the solution of the two-phase Stefan problem", USSR Comp. Math. and Math. Phys., 3(1963), 1192-1208.
- [611] J.D. VERHOEVEN - K.A. HEIMES: "The initial transient in melting and solidification experiments", J. Crystal Growth, 10(1971), 179-184.
- [612] I.P. VYRODOV: "Diffusion problem with a moving boundary", Soviet Physics Dokl., 7(1963), 972-973.
- [613] R.G. WATTS: "Discussion on: Heat, mass and momentum transfer during the melting of glacial ice seawater", J. Heat Transfer, 96 C (1974), 119-120.
- [614] H. WEBER: "Die partiellen differential-gleichungen der Mathematischen Physik, nach Riemann's Vorlesungen", Braunschweig (1901), T. II.
- [615] J.H. WEINER: "Transient heat conduction in multiphase media", Brit. J. Appl. Physics, 6(1955), 361-363.
- [616] J.H. WEINER - B.A. BOLEY: "Elasto-plastic thermal stresses in a solidifying body", J. Mech. Physics Solids, 11(1963), 145-154.
- [617] L.C. WELLFORD, Jr. - R.M. AYER: "A finite element free boundary formulation for the problem of multiphase heat conduction", Int. J. Num. Meth. Eng., 11(1977), 933-943.
- [618] T.D. WENTZEL: "A free boundary problem for the heat equation", Soviet Math. Dokl., 1(1960), 358-361.
- [619] K.O. WESTPHAL: "Series solution of freezing problem with the fixed surface radiating into a medium of arbitrary varying temperature", Int. J. Heat Mass Transfer, 10(1967), 195-205.
- [620] J.A. WHEELER: "Permafrost thermal design for the trans-Alaska pipeline", Proc. Symposium on moving boundary problem, Academic Press, New York (1978), 267-284.
- [621] W.R. WILCOX - R.L. DUTY: "Macroscopic interface shape during solidification", J. Heat Transfer, 88 C (1966), 45-51.
- [622] D.G. WILSON - A.D. SOLOMON - P.T. BOGGS (Ed): "Moving boundary problems", Academic Press, New York (1978).
- [623] D.G. WILSON - A.D. SOLOMON - J.S. TRENT: "A bibliography on moving boundary problems with key word index", Oak Ridge National Laboratory, CSD 44(october 1979).
- [624] M.M. WOLF: "Investigation into the relationship between heat flux and shell growth in continuous casting moulds", Trans. Iron Steel Inst. Japan, 20(1980), 710-717.
- [625] M.M. WOLF: "A review of published work on the solidification control of steel in continuous casting moulds by heat flux measurement", Trans. Iron Steel Inst. Japan, 20(1980), 718-724.
- [626] M. WOLF - W. KURZ: "Solidification and casting of metals", The Metals Society, London, (1979), 287-294.

- [627] M. WOLF - W. KURZ: "The effect of carbon content on solidification of steel in the continuous casting mold", *Met. Trans.*, 12 B (1981), 85-93.
- [628] T.S. WU: "Bounds in melting slabs with several transformation temperatures", *Quart. J. Mech. Appl. Math.*, 19(1966), 183-195.
- [629] T.S. WU - B.A. BOLEY: "Bounds in melting problems with arbitrary rates of liquid removal", *SIAM J. Appl. Math.*, 14(1966), 306-323.
- [630] H.P. YAGODA - B.A. BOLEY: "Starting solutions for melting of a slab under plane or axisymmetric hot spots", *Quart. J. Mech. Appl. Math.*, 23(1970), 225-246.
- [631] N. YAMADA: "Estimates on the support of solutions of parabolic variational inequalities in bounded cylindrical domains", *Hiroshima Math. J.*, 10(1980), 337 - 349.
- [632] W.J. YANG - J.A. CLARK: "On the application of the source theory to the solution of problems involving phase change. Part 1 - Growth and collapse of bubbles", *J. Heat Transfer*, 86 C (1964), 207-212.
- [633] W.J. YANG - J.A. CLARK: "On the application of the source theory to the solution of problems involving phase change. Part 2 - Transient interface heat and mass transfer in multicomponent liquid-vapor system", *J. Heat Transfer*, 86 C (1964), 443-448.
- [634] L.T. YEH - B.T.F. CHUNG: "A variational analysis of freezing or melting in a finite medium subject to radiation and convection", *J. Heat Transfer*, 101(1979), 592-597.
- [635] Y.C. YEN: "Onset of convection in a layer of water formed by melting ice from below", *Physics Fluids*, 11(1968), 1263-1270.
- [636] Y.C. YEN: "Heat transfer characteristics in a model ice-water heat sink", *Proc. Symposium on moving boundary problems*, Academic Press, New York (1978), 285-303.
- [637] Y.C. YEN - F. GALEA: "Onset of convection in a water layer formed continuously by melting ice", *Physics Fluids*, 12(1969), 509-516.
- [638] Y.C. YEN - C. TIEN: "Laminar heat transfer over a melting plate, the modified Leveque problem", *J. Geophysical Research*, 68(1963), 3673-3678.
- [639] Y.C. YEN - C. TIEN: "Letters to the Editor on: Heat transfer at a melting flat surface under conditions of forced convection and laminar boundary layer", *Int. J. Heat Mass Transfer*, 14(1971), 1875-1876.
- [640] Y.C. YEN - A. ZEHNDER: "Melting heat transfer with water jet", *Int. J. Heat Mass Transfer*, 16(1973), 219-223.
- [641] W.W. YUEN: "Application of the heat-balance integral to melting problems with initial subcooling", *Int. J. Heat Mass Transfer*, 23(1980), 1157-1160.
- [642] R.D. ZERKLE - J.E. SUNDERLAND: "The effect of liquid solidification in a tube upon laminar-flow heat transfer and pressure drop", *J. Heat Transfer*, 90 C(1968), 183-190.
- [643] R.E. GIBSON: "A heat conduction problem involving a specified moving boundary", *Quart. Appl. Math.*, 16(1958), 426-430.
- [644] M.S. SELIM - R.C. SEAGRAVE: "Solution of moving-boundary transport problems in finite media by integral transform. III. The elution kinetics of the cooper amine complex from a cation-exchange resin", *Ind. Eng. Chem. Fundam.*, 12(1973), 14-17.

NOTA.

Durante la preparación del texto del presente trabajo se obtuvieron algunas otras referencias que, si bien no han sido analizadas en el mismo, pueden considerarse de gran utilidad:

REFERENCIAS ADICIONALES

- [645] S. ALBERTONI: "Some examples of free boundary problems in Hydrodynamics", Proc. Seminar on free boundary problems, Ist. Naz. di Alta Matematica, Roma(1980), Vol. II, 7-19.
- [646] V. ALEXIADES - J.R. CANNON: "Free boundary problems in solidification of alloys", SIAM J. Math. Anal., 11(1980), 250-264 .
- [647] V.S. ARPACI: "Conduction heat transfer", Addison-Wesley, Massachusetts (1966).
- [648] A.G. BATHOLT - P.D. Van BUREN - R. VISKANTA: "Heat transfer during solidification around a cooled horizontal cylinder", A. I. Ch. E. Symp. Series, Vol. 75, N° 189 (1979), 103-111.
- [649] A.G. BATHOLT - R. VISKANTA - W. LEIDENFROST: "Latent heat-of-fusion energy storage: experiments on heat transfer from cylinders during melting", J. Heat Transfer, 101(1979), 453-458.
- [650] P.M. BECKETT: "The effects of a containing sleeve on the solidification of a cylindrical bar", Mech. Research Comm., 6(1979), 129-133.
- [651] P.M. BECKETT: "On the use of series solutions applied to solidification problems", Mech. Research Comm., 8(1981), 169-174.
- [652] A. BENSOUSSAN - J.L. LIONS: "Applications des inéquations variationnelles en contrôle stochastique", Dunod, Paris.(1978).
- [653] M.K. BEVIR - P.J. FIELDING: "Numerical solution of incompressible bubble collapse with jetting", Proc. Symposium on moving boundary problems in heat flow and diffusion, Clarendon Press, Oxford(1975), 286-294.
- [654] M.A. BIOT: "Variational principles in heat transfer", Clarendon Press, Oxford(1970).
- [655] S.J. BOARD - R.W. HALL: "Thermal explosions at molten tin/water interfaces", Proc. Symposium on moving boundary problems in heat flow and diffusion, Clarendon Press, Oxford(1975), 259-269.
- [656] R. BONNEROT - P. JAMET: "A conservative finite element method for one-dimensional Stefan problems with appearing and disappearing phases", J. Comp. Physics, 41 (1981), 357-388.
- [657] A. BOSSAVIT - A. DAMLAMIAN: "Homogenization of the Stefan problem and application to magnetic composite media", IMA J. Appl. Math., 27(1981), 319-334.
- [658] D.J. BUCHANAN: "Fuel-coolant interaction theory", Proc. Symposium on moving boundary problems in heat flow and diffusion, Clarendon Press, Oxford(1975), 270-285.
- [659] J.R. CANNON - E. DI BENEDETTO: "The steady state Stefan problem with convection, with mixed temperature and non linear heat flux boundary conditions", Proc. Seminar on free boundary problems, Ist. Naz. di Alta Matematica, Roma(1980), Vol. I, 231-265.

- [660] J.R. CANNON - E. DI BENEDETTO: "On the existence of weak-solutions to an n -dimensional Stefan problem with nonlinear boundary conditions", SIAM J. Math. Anal., 11(1980), 632-645.
- [661] B. CARLSSON - G. WETTERMARK: "Heat-transfer properties of a heat-of-fusion store based on $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ", Solar Energy, 24(1980), 239-247.
- [662] L. CERMÁK - M. ZLÁMAL: "Transformation of dependent variables and the finite element solution of nonlinear evolution equations", Int. J. Numer. Meth. Eng., 15 (1980), 31-40.
- [663] C.E. CHANG - W.R. WILCOX: "Heat transfer in vertical zone melting of poor thermal conductors", J. Crystal Growth, 28(1975), 288-294.
- [664] C. CHO - M.N. OZISIK: "Transient freezing of liquids in turbulent flow inside tubes", J. Heat Transfer, 101(1979), 465-468.
- [665] T.E. COOPER - W.K. PETROVIC: "An experimental investigation of the temperature field produced by a cryosurgical cannula", J. Heat Transfer, 96 C (1974), 415-420.
- [666] M.G. CRANDALL - M. PIERRE: "Regularizing effects for $u_t = \Delta\varphi(u)$ ", Technical Summary Report N°2166, Mathematics Research Center, Univ. of Wisconsin (January 1981).
- [667] P.V. DANCKWERTS: "Gas-liquid reactions", McGraw-Hill, New York(1970).
- [668] A. DAMLAMIAN: "The homogenization of the Stefan problem and related topics", Proc. Seminar on free boundary problems, Ist. Naz. di Alta Matematica, Roma(1980), Vol. I, 267-275.
- [669] A. DAMLAMIAN: "How to homogenize a nonlinear diffusion equation: Stefan's problem", SIAM J. Math. Anal., 12(1981), 306-313.
- [670] R.W. DUTTON - D.A. ANTONIADIS: "Modelling of moving boundaries during semiconductor fabrication processes", Proc. Symposium on moving boundary problems, Academic Press, New York(1978), 233-248.
- [671] E.R.G. ECKERT - E.M. SPARROW - R.J. GOLDSTEIN - E. PFENDER - S.V. PATANKAR - J.W. RAMSEY - K.Y. TEICHMAN: "Heat transfer - A review of 1979 literature", Int. J. Heat Mass Transfer, 24(1981), 1-34.
- [672] P.P. EGGLETON: "Astrophysical problems: A moving boundary problem in the study of stellar interiors", Proc. Symposium on moving boundary problems in heat flow and diffusion, Clarendon Press, Oxford(1975), 103-111.
- [673] M.S. EL-GENK - A.W. CRONENBERG: "Solidification in a semi-infinite region with boundary conditions of the second kind: An exact solution", Letters Heat Mass Transfer, 6(1979), 321-327.
- [674] M.S. EL-GENK - A.W. CRONENBERG: "Stefan-like problems in finite geometry", A.I. Symp. Series, Vol.75, N°189(1979), 69-80.
- [675] M. EPSTEIN - G.M. HAUSER: "Solidification of a liquid penetrating into a convectively cooled tube", Letters Heat Mass Transfer, 5(1978), 19-28.
- [676] A. FASANO: "Free boundary problems for parabolic equations with Cauchy data on the free boundary", Proc. Seminar on free boundary problems, Ist. Naz. di Alta Matematica, Roma(1980), Vol.II, 237-247.

- [677] A. FASANO - M. PRIMICERIO: "La diffusione del calore in uno strato di spessore variabile in presenza di scambi termici non lineari con l'ambiente", Rend. Sem. Mat. Univ. Padova, 50(1973), 269-330.
- [678] A. FASANO - M. PRIMICERIO: "New results on some classical parabolic free-boundary problems", Quart. Appl. Math., 38(1981), 439-460.
- [679] A. FASANO - M. PRIMICERIO - L. I. RUBINSTEIN: "A model problem for heat conduction with a free boundary in a concentrated capacity", J. Inst. Math. Appl., 26(1980), 327-347.
- [680] M.C. FLEMINGS: "Solidification processing", McGraw-Hill, New York(1974).
- [681] S.D. FOSS: "An approximate solution to the moving boundary problem associated with the freezing and melting of lake ice", A. I. Ch. E. Symp. Series, Vol.74, N°174(1978), 250-255.
- [682] A. FRIEDMAN - R. JENSEN: "A non-steady flow of liquid in a porous pipe with variable permeability", J. Diff. Eq., 34(1979), 1-24.
- [683] T.W. FU - W.R. WILCOX: "Rate change transients in Bridgman-Stockbarger growth", J. Crystal Growth, 51(1981), 557-567.
- [684] R.M. FURZELAND: "A comparative study of numerical methods for moving boundary problems", J. Inst. Math. Appl., 26(1980), 411-429.
- [685] A. GANGULI - S.G. BANKOFF: "Crust behavior in simultaneous melting and freezing on a submerged flat plate", A. I. Ch. E. Symp. Series, Vol.75, N°189(1979), 40-53.
- [686] R.D. GODFREY - H.R. VELKOFF: "An experimental study of the thermal performance of a phase change material dispersed in a stone like matrix", A. I. Ch. E. Symp. Series, Vol.75, N°189(1979), 127-133.
- [687] T.R. GOODMAN: "The heating of slabs with arbitrary heat inputs", J. Aero/Space Sciences, 26(1959), 187-188.
- [688] E. GOURSAT: "Cours d'analyse mathématique", Gauthier-Villars, Paris(1927).
- [689] B.W. GRANGE - R. VISKANTA - W.H. STEVENSON: "Interferometric observation of thermohaline convection during freezing of saline solution", Letters Heat Mass Transfer, 4(1977), 85-92.
- [690] W.M. GRISSON - F.A. WIERUM: "Liquid spray cooling of a heated surface", Int. J. Heat Mass Transfer, 24(1981), 261-271.
- [691] R.S. GUPTA - D. KUMAR: "Variable time step methods for one-dimensional Stefan problem with mixed boundary condition", Int. J. Heat Mass Transfer, 24(1981), 251-259.
- [692] S.C. GUPTA: "Two-dimensional heat conduction with phase change in a semi-infinite mould", Int. J. Eng. Sci., 19(1981), 137-146.
- [693] S.C. GUPTA - A.K. LAHIRI: "Heat conduction with a phase change in a cylindrical mould", Int. J. Eng. Sci., 17(1979), 401-407.
- [694] N.W. HALE, Jr. - R. VISKANTA: "Photographic observation of the solid-liquid interface motion during melting of a solid heated from an isothermal vertical wall", Letters Heat Mass Transfer, 5(1978), 329-337.

- [695] J.C. HAN - W.J. YANG: "Transient nucleation and bubble growth in immiscible liquid composites induced by counterdiffusion of gases", *Letters Heat Mass Transfer*, 8(1981), 11-24.
- [696] E.I. HANZAWA: "Classical solutions of the Stefan problem", *Tôhoku Math. J.*, 33 (1981), 297-335.
- [697] Y. HAYASHI - T. KOMORI: "Investigation of freezing of salt solutions in cells", *J. Heat Transfer*, 101(1979), 459-464.
- [698] J. HENRY - M. LARRECQ - J. PETEGNIEF - C. SAGUEZ: "Optimisation du refroidissement secondaire en coulée continue de brames", in *Seminaire Contrôle de Systèmes Métallurgiques*, INRIA, Le Chesnay(15-XII-1980).
- [699] K.S. HSU - F.A. LOCHER - J.F. KENNEDY: "Forced-convection heat transfer from irregular melting wavy boundaries", *J. Heat Transfer*, 101(1979), 598-602.
- [700] P. JOCHUM: "Differentiable dependence upon the data in a one-phase Stefan problem", *Math. Meth. in the Appl. Sci.*, 2(1980), 73-90.
- [701] P. JOCHUM: "The Inverse Stefan problem as a problem of nonlinear approximation theory", *J. Approx. Theory*, 30(1980), 81-98.
- [702] P. JOCHUM: "Das verfahren von Bonnerot-Jamet für ein zweiphasenproblem mit expliziter randberechnung", *ZAMM*, 61(1981), T 246 - T 248.
- [703] A.M. KANURY - D.J. HOLVE: "Response of building components to heating in a fire", *J. Heat Transfer*, 101(1979), 365-370.
- [704] K. KATAYAMA - A. SAITO - Y. UTAKA - A. SAITO - H. MATSUI - H. MAEKAWA - A.Z.A. SAIFULLAH: "Heat transfer characteristic of the latent heat thermal energy storage capsule", *Solar Energy*, 27(1981), 91-97.
- [705] V.E. KLYKOV - V.L. KULAGIN - V.A. MOROZOV: "The Stefan type problem occurring in the investigation of salt dissolution and transport process in soil", *J. Appl. Math. Mech.*, 44(1980), 70-75.
- [706] F. KREITH: "Transmission de la chaleur et thermodynamique", Masson, Paris(1967).
- [707] T.M. KUZAY - M. EPSTEIN: "Penetration of a freezing liquid into an annular channel", *A. I. Ch. E. Symp. Series*, Vol.75, N°189(1979), 95-102.
- [708] K. LACHMANN: "Zum problem des erstarrrens für den durch zwei parallele ebenen begrenzten körper", *ZAMM*, 15(1935), 345-358.
- [709] D.O. LEE - S.W. EISENHAWER - M.L. CORRADINI - R.W. OSTENSEN: "Forced convection melting heat transfer in a tube for a two component system", *A. I. Ch. E. Symp. Series*, Vol.75, N°189(1979), 55-68.
- [710] C. LEMAIGNAN - D. CAMEL - J. PELISSIER: "In-situ electron microscopy of some solidification processes in metallic alloys", *J. Crystal Growth*, 52(1981), 67-75.
- [711] J.L. LIONS: "Méthodes numériques d'inéquationnelles variationnelles (applications à la physique et à la théorie)", *Bulletin de Liaison IRIA*, N°36(1977), 11-17.
- [712] H.L. LIU - G.J. HWANG: "An experiment on liquid solidification in thermal entrance region of a circular tube", *Letters Heat Mass Transfer*, 4(1977), 437-444.

- [713] D.R. LYNCH - K. O'NEILL: "Continuously deforming finite elements for the solution of parabolic problems, with and without phase change", *Int. J. Numer. Methods Eng.*, 17(1981), 81-96.
- [714] E. MAGENES (Ed.): "Free boundary problems", *Ist. Naz. di Alta Matematica*, Roma (1980), Vol.I,II.
- [715] M.F. MALONE - G. HORVAY: "Low-speed dipforming", *Proc. Symposium on moving boundary problems*, Academic Press, New York(1978), 249-265.
- [716] E. MARSCHALL: "Free convection melting of glacial ice in saline water", *Letters in Heat Mass Transfer*, 4(1977), 381-384.
- [717] H. MATSUDA - R. NISHIO - M. HASATANI: "Analysis of melting and solidification rates of organic materials by the combined method of D.T.A. and D.S.C. ", *Kagaku Kogaku Ronbunshu*, 7(1981), 335-342 (in Japanese).
- [718] A.M. MEIRMANOV: "On the classical solution of the multidimensional Stefan problem for quasilinear parabolic equations", *Math. USSR Sbornik*, 40(1981), 157-178.
- [719] G.H. MEYER: "On the computational solution of elliptic and parabolic free boundary problems", *Proc. Seminar on free boundary problems*, *Ist. Naz. di Alta Matematica*, Roma(1980), Vol.I, 151-173.
- [720] G.H. MEYER: "The method of lines and invariant imbedding for elliptic and parabolic free boundary problems", *SIAM J. Numer. Anal.*, 18(1981), 150-164.
- [721] A. MIOTELLO - L.F. DONÀ DALLE ROSE: "A simple mathematical and physical analysis of non-equilibrium segregation effects in a freezing liquid aluminum layer after a nanosecond laser pulse irradiation", *Radiation Effects*, 55(1981), 235-242.
- [722] M. MUSKAT: "Two fluid systems in porous media. The encroachment of water into an oil sand", *Physics*, 5(1934), 250-264.
- [723] M.W. NANSTEEL - C.H. WOLGEMUTH: "An investigation of a two-phase, moving boundary system with convection at the solid-liquid interface", *A. I. Ch. E. Symp. Series*, Vol.75, N°189(1979), 112-119.
- [724] M. NIEZGODKA - I. PAWLOW - A. VISINTIN: "Remarks on the paper by A. Visintin: Sur le problème de Stefan avec flux non linéaire", *Boll. U.M.I. Analisis Funzionale e Applicazioni*, 18C(1981), 87-88.
- [725] M. NIEZGODKA - I. PAWLOW: "A generalized Stefan problem in several space variables", *Appl. Math. Optimiz.*, To appear.
- [726] J.A. NITSCHÉ: "A finite element method for parabolic free boundary problems", *Proc. Seminar on free boundary problems*, *Ist. Naz. di Alta Matematica*, Roma(1980), Vol.I, 277-318.
- [727] J.R. OCKENDON: "Linear and nonlinear stability of a class of moving boundary problems", *Proc. Seminar on free boundary problems*, *Ist. Naz. di Alta Matematica*, Roma(1980), Vol.II, 443-478.
- [728] M.N. ÖZISIK - J.C. UZZELL, Jr.: "Exact solution for freezing in cylindrical symmetry with extended freezing temperature range", *J. Heat Transfer*, 101(1979), 331-334.

- [729] J. PANNU - G. JOGLEKAR - P.A. RICE: "Natural convection heat transfer to cylinders of phase change material used for thermal storage", A. I. Ch. E. Symp. Series, Vol.76, N°198(1980), 47-55.
- [730] M. PIERRE: "Uniqueness of the solutions of $u_t - \Delta\varphi(u) = 0$ with initial datum a measure", Technical Summary Report N°2271, Mathematics Research Center, Univ. of Wisconsin (January 1981).
- [731] M.S. PLESSET - S.S. SADHAL: "An analytical estimate of the microlayer thickness in nucleate boiling", J. Heat Transfer, 101(1979), 180-182.
- [732] M. PRIMICERIO: "Qualitative properties of some one-dimensional parabolic free boundary problems", Proc. Seminar on free boundary problems, Ist. Naz. di Alta Matematica, Roma(1980), Vol. I, 451-460.
- [733] N. RAMACHANDRAN - Y. JALURIA - J.P. GUPTA: "Thermal and fluid flow characteristics in one-dimensional solidification", Letters Heat Mass Transfer, 8(1981), 69-77.
- [734] J.W. RAMSEY - E.M. SPARROW - L.M.C. VAREJAO: "Melting about a horizontal row of heating cylinders", J. Heat Transfer, 101(1979), 732-733.
- [735] H. RASMUSSEN: "An approximate method for solving two-dimensional Stefan problems", Letters Heat Mass Transfer, 4(1977), 273-277.
- [736] H. RASMUSSEN - S. CHRISTIANSEN: "A perturbation solution for a two-dimensional annular electrochemical machining problem", J. Inst. Math. Appl., 18(1976), 149-153.
- [737] R. REEMTSMA: "On level sets and an approximation problem for the numerical solution of a free boundary problem", Computing, 27(1981), 27-35.
- [738] R.L. REID: "Integral methods for the melting of permafrost by groundwater flow", A. I. Ch. E. Symp. Series, Vol.74, N°174(1978), 265-270.
- [739] J.F. RODRIGUES: "Free boundary convergence in the homogenization of the one phase Stefan problem", CMAF, Univ. Lisboa, N°3(1981).
- [740] J.C.W. ROGERS: "The formulation of selected free boundary problems as conservation laws", Proc. Seminar on free boundary problems, Ist. Naz. di Alta Matematica, Roma(1980), Vol. I, 319-331.
- [741] J.C.W. ROGERS: "Relation of the one-phase Stefan problem to the seepage of liquids and electrochemical machining", Proc. Seminar on free boundary problems, Ist. Naz. di Alta Matematica, Roma(1980), Vol. I, 333-382.
- [742] V. RUAS B. SANTOS: "A direct method for solving two-dimensional one-phase Stefan problems", Comp. Meth. Appl. Mech. Eng., 25(1981), 51-64.
- [743] B. RUBINSKY - E.G. CRAVALHO: "The determination of the thermal history in a one-dimensional freezing system by a perturbation method", J. Heat Transfer, 101(1979), 326-330.
- [744] B. RUBINSKY - E.G. CRAVALHO: "Analysis for the temperature distribution during the thawing of a frozen biological organ", A. I. Ch. E. Symp. Series, Vol.75, N°189(1979), 81-88.
- [745] L.I. RUBINSTEIN: "Application of the integral equation technique to the solution of several Stefan problems", Proc. Seminar on free boundary problems, Ist. Naz. di Alta Matematica, Roma(1980), Vol. I, 383-450.

- [746] L.I. RUBINSTEIN: "On the equations of the convective-diffusion transfer of low-molecular nonelectrolytes across deformable semipermeable membranes of a large curvature", Proc. Seminar on free boundary problems, Ist. Naz. di Alta Matematica, Roma(1980), Vol.II, 507-537.
- [747] C. SAGUEZ: "Contrôle optimal d'inéquations variationnelles avec observation de domaines", Rapport de Recherche N°286, IRIA-LABORIA, Le Chesnay (Mars 1978).
- [748] C. SAGUEZ: "Conditions nécessaires d'optimalité pour des problèmes de contrôle optimal associés à des inéquations variationnelles", Rapport de Recherche N°345, IRIA-LABORIA, Le Chesnay (Février 1979).
- [749] C. SAGUEZ - M. LARRECQ: "Contrôle de systèmes à frontière libre. Application à la coulée continue d'acier", dans 4^e Colloque Int. sur les méthodes de calcul scientifique et technique, Versailles, 10-14 Décembre 1979.
- [750] C. SAGUEZ - J.P. YVON: "Les recherches dans le domaine sidérurgique", Bulletin de Liaison INRIA N°65/1980, 23-25.
- [751] P. SAMPSON - R.D. GIBSON: "A mathematical model of nozzle blockage by freezing", Int. J. Heat Mass Transfer, 24(1981), 231-241.
- [752] S. SAXENA - S. SUBRAHMANYAM - M.K. SARKAR: "On unsteady state heat transfer during melting on horizontal tubes with a convective boundary", Letters Heat Mass Transfer, 8(1981), 155-165.
- [753] F. SCHEID: "Análisis Numérico", Libros McGraw-Hill, México(1972).
- [754] C. SCHWARZ: "Zur rechnerischen behandlung der erstarrungsvorgänge beim gießen metallen", ZAMM, 13(1933), 202-223.
- [755] J.A. SEKHAR - R. MEHRABIAN: "Heat flow during surface melting: effect of temperature dependent absorptivity", Metallurgical transaction, 12B(1981), 411-413.
- [756] N. SEKI - M. SUGAWARA - S. FUKUSAKO: "Back-melting of a horizontal cloudy ice layer with radiative heating", J. Heat Transfer, 101(1979), 90-95.
- [757] N. SHAMSUNDAR - R. SRINIVASAN: "A new similarity method for analysis of multi-dimensional solidification", J. Heat Transfer, 101(1979), 585-591.
- [758] M.A. SOLIMAN: "An approximate analytical solution for the one-dimensional planar freezing of a super-saturated liquid", Chemical Eng. J., 21(1981), 65-69.
- [759] A.D. SOLOMON: "A relation between surface temperature and time for a phase change process with a convective boundary condition", Letters Heat Mass Transfer, 6(1979), 189-197.
- [760] A.D. SOLOMON: "An expression for the melting time of a rectangular body", Letters Heat Mass Transfer, 7(1980), 379-384.
- [761] A.D. SOLOMON: "On the melting time of a simple body with a convection boundary condition", Letters Heat Mass Transfer, 7(1980), 183-188.
- [762] E.M. SPARROW - E.D. LARSON - J.W. RAMSEY: "Freezing on a finned tube for either conduction-controlled or natural-convection-controlled heat transfer", Int. J. Heat Mass Transfer, 24(1981), 273-284.
- [763] E.M. SPARROW - J.W. RAMSEY - R.G. KEMINK: "Freezing controlled by natural convection", J. Heat Transfer, 101(1979), 578-584.

- [764] W. SQUIRE: "Comments on: The heating of slabs with arbitrary heat inputs", J. Aero/Space Sciences, 26(1959), 756-757.
- [765] S. TAKAGI: "Fundamentals of ice lens formation", A. I. Ch. E. Symp. Series, Vol. 74, N°174(1978), 235-242.
- [766] D.A. TARZIA: "Introducción a las inecuaciones variacionales elípticas y sus aplicaciones a problemas de frontera libre", CLAMI-CONICET, N°5, Buenos Aires(1981).
- [767] A. VISINTIN: "Sur le problème de Stefan avec flux non linéaire", Boll. U.M.I. Analisi Funzionali e Applicazioni, 18 C(1981), 63-86.
- [768] H. WILLMS: "Zur numerischen behandlung des Stefan-problems mit der linien-charakteristiken-methode", ZAMM, 61(1981), T 324 - T 326 .
- [769] N.W. WILSON - B.D. VYAS: "Velocity profiles near a vertical ice surface melting into fresh water", J. Heat Transfer, 101(1979), 313-317.
- [770] A.S. WOOD - S.I.M. RITCHIE - G.E. BELL: "An efficient implementation of the enthalpy method", Int. J. Numer. Meth. Eng., 17(1981), 301-305.
- [771] M.M. YAN - P.N.S. HUANG: "Perturbation solutions to phase change problems subject to convection and radiation", J. Heat Transfer, 101(1979), 96-100.
- [772] W.J. YANG: "Asymptotic combustion of spherical drops", Letters Heat Mass Transfer, 4(1977), 261-272.
- [773] W.W. YUEN - A.M. KLEINMAN: "Application of a variable-time-step finite-difference method for the one-dimensional melting problem including the effect of sub-cooling", A. I. Ch. E. Symp. Series, Vol.75, N°189(1979), 120-126.