

EUR 4911 i

COMMISSIONE DELLE COMUNITA' EUROPEE

SPRAY CC - SPRAY CM - SPRAY EV

Semplici codici per lo studio delle quantità
di calore e di massa asportate da un sistema a pioggia
in una atmosfera di aria e vapore d'acqua.

di

C. DESOGUS e H. HOLTBECKER

LIBRARY

1973



Centro Comune di Ricerca Nucleare
Stabilimento di Ispra - Italia

Tecnologia

AVVERTENZA

Il presente documento è stato elaborato sotto gli auspici della Commissione delle Comunità europee.

Si precisa che la Commissione delle Comunità europee, i suoi contraenti, o qualsiasi altra persona che agisca in loro nome :

non garantiscono l'esattezza o la completezza delle informazioni contenute nel presente documento, né che l'uso di qualsiasi informazione, dispositivo, metodo o processo, descritti nel presente documento, non arrechino pregiudizio ai diritti sulle opere dell'ingegno e sulle invenzioni industriali;

non assumono alcuna responsabilità per i danni che dovessero risultare dall'uso di informazioni, dispositivi, metodi o processi descritti con il presente documento.

La presente relazione può essere acquistata presso gli uffici di vendita indicati nella quarta pagina della copertina

al prezzo di FB 100.—

Commissione delle
Comunità europee
D.G. XIII - C.I.D.
29, rue Aldringen
L u x e m b o u r g

Marzo 1973

Per la riproduzione di questo documento ci si è serviti della miglior copia disponibile.

EUR 4911 i

COMMISSIONE DELLE COMUNITA' EUROPEE

SPRAY CC - SPRAY CM - SPRAY EV

Semplici codici per lo studio delle quantità
di calore e di massa asportate da un sistema a pioggia
in una atmosfera di aria e vapore d'acqua.

di

C. DESOGUS e H. HOLTBECKER

1973



Centro Comune di Ricerca Nucleare
Stabilimento di Ispra - Italia

Tecnologia

RIASSUNTO

In questo rapporto viene presentato uno studio preliminare al calcolo della pressione e della temperatura in un contenitore in caso di rottura del circuito primario di refrigerazione.

Viene studiato il sistema di spray normalmente usato per ridurre il picco di pressione raggiunto nel contenitore in seguito a tale incidente.

Sono stati presi in considerazione due tipi di reattori: quelli refrigerati ad acqua e quelli refrigerati ad organico.

Per i sistemi di spray impiegati nei reattori refrigerati ad acqua sono stati seguiti due tipi di calcolo: uno basato sulle leggi dello scambio termico, l'altro basato sulle leggi del trasporto di massa; per i sistemi di spray impiegati nei reattori refrigerati ad organico è stato seguito solo il procedimento basato sulle leggi dello scambio termico.

PAROLE CHIAVE

TEMPERATURE
PRESSURE
LOSS OF COOLANT
RUPTURES
PRESSURE TUBES
CONTAINMENT SPRAY SYSTEMS
WATER
WATER COOLED REACTORS
ORGANIC COOLED REACTORS
COMPUTER CALCULATIONS
COMPUTER CODES
HEAT TRANSFER

	page
I. Introduzione	5
2. Studio del sistema di spray operante su una atmosfera composta di aria e di vapore d'acqua	6
2.1. Condizioni del calcolo	6
2.2. Calcolo della condensazione di vapore d'acqua con le leggi dello scambio termico	6
2.2.1. Modello del sistema di spray	7
2.2.2. La condensazione e l'assorbimento del calore latente	10
2.2.3. Calcolo della velocità di caduta delle gocce	15
2.2.4. Meccanismo di scambio termico tra goccia ed ambiente circostante	16
2.2.4.1. Bilancio energetico	16
2.2.4.2. Calcolo del coefficiente di scambio termico h_c dovuto alla condensazione di vapore sulle gocce	18
2.2.4.3. Calcolo del coefficiente di scambio termico per convezione	19
2.2.5. Descrizione del codice SPRAY CC	19
Input Data	22
Output	24
2.3. Calcolo della condensazione di vapore d'acqua su gocce con le leggi del trasporto di massa	25
2.3.1. Modello matematico	25
2.3.2. Descrizione del codice SPRAY CM	25
Input Data	26
Output	27
2.4. Risultati	28
3. Studio del sistema di spray operante su una atmosfera di gas ad alta temperatura	29

3.I.	Meccanismo di scambio termico tra goccia ed ambiente esterno	29
	Input Data codice SPRAY EV	34
	Output	36
	Esempio di input data	40
	Annesso I	43
	Codice SPRAY CC	
	Annesso 2	59
	Codice SPRAY CM	
	Annesso 3	71
	Codice SPRAY EV.	

1. INTRODUZIONE

Negli edifici di contenimento dei reattori nucleari sono spesso inseriti sistemi di "spray" che hanno lo scopo di ridurre il picco di pressione in caso di rottura del circuito primario di refrigerazione.

Generalmente i reattori che utilizzano tali sistemi sono quelli ad acqua oppure ad organico. I fenomeni fisici che accompagnano tali sistemi di spray sono sostanzialmente diversi nei due tipi di reattori, in quanto in un caso le gocce sottoraffreddate del sistema di pioggia provocano la condensazione del vapore d'acqua di refrigerazione fuoriuscito dal circuito primario, nel secondo caso l'atmosfera del contenitore è costituita da gas ad elevata temperatura, per cui la goccia del sistema di spray prima si riscalda per convezione e poi evapora. Quindi il calore asportato all'ambiente è dovuto a fenomeni opposti.

In fatti, nei reattori refrigerati ad acqua il sistema di spray è sempre positivo in quanto asporta dall'ambiente calore e vapore d'acqua, quindi riduce sia la temperatura che la pressione.

Nel secondo tipo di reattori, ad una asportazione di calore corrisponde anche un aumento della pressione parziale del vapore d'acqua presente e quindi occorre una ottimizzazione.

Lo studio è stato diviso in due parti:

La prima parte (capitolo 2) : riguarda lo studio della condensazione di vapore d'acqua sulle gocce sottoraffreddate del sistema di pioggia; ossia viene studiato l'effetto prodotto dallo spray su una atmosfera di aria e vapore d'acqua.

La seconda parte (capitolo 3) : riguarda lo studio della evaporazione della goccia del sistema di pioggia agente su una atmosfera di gas o di aria secca ad elevata temperatura.

2. STUDIO DEL SISTEMA DI SPRAY OPERANTE SU UNA ATMOSFERA COMPOSTA DI ARIA E DI VAPORE D'ACQUA

Per questo studio si sono eseguiti due procedimenti diversi:

- a) L'effetto della condensazione viene studiato attraverso le leggi che governano lo scambio termico;
- b) L'effetto della condensazione viene studiato introducendo le leggi che governano il trasporto di massa.

2.1 Condizione del Calcolo

- a) le gocce cadono seguendo la legge seguente:

$$v = v(r) = \sqrt{\frac{8 g \rho_w}{3 c_r \rho_a}} \cdot \sqrt{r}$$

- b) Si assume che lo strato limite sia completamente sviluppato.
- c) Si assume che il trasporto di calore all'interno della goccia sia molto elevato e quindi che sia ammissibile accettare una temperatura uniforme per la goccia.

Non viene considerato l'eventuale gradiente termico in quanto il trasferimento di calore all'interno della goccia avviene sia per conduzione sia per trasporto di massa, per cui descrivere il gradiente termico con le sole leggi della conduzione non sembra attendibile.

- d) Viene rispettata e calcolata la variazione di massa della goccia.
- e) La temperatura dell'atmosfera in cui cade la goccia viene considerata variabile nel tempo e quindi anche durante la discesa della goccia.
- f) Il calcolo rispetta i diversi tempi di permanenza delle singole gocce nell'atmosfera, in quanto a seconda delle condizioni di temperatura dell'atmosfera e della goccia, la quantità di massa condensata risulta diversa e conseguentemente varia la velocità di caduta della goccia.
- g) Si assume che la temperatura superficiale della goccia sia uguale alla temperature dell'atmosfera.

2.2 Calcolo della condensazione di vapori d'acqua con le leggi dello scambio termico

2.2.1 Modello del sistema di spray

Si suppone che il sistema di spray sia operante su una atmosfera di aria e di vapore d'acqua con caratteristiche termodinamiche variabili in funzione del tempo. Per questo calcolo viene prefissato un andamento della temperatura dell'ambiente ed un grado igrometrico. Congelando il sistema ad un certo istante, si fanno le seguenti considerazioni:

Un certo numero di gocce sarà in volo; le gocce più vicine al fondo, cioè più lontane della parte superiore del vessel da dove sono entrate, sono nate in tempi più lontani; le gocce più in alto cioè più vicine al luogo dove sono entrate, sono nate da minor tempo, per cui risulta chiaro che il volume e la temperatura del primo tipo di gocce sono diversi dal volume e temperatura del secondo tipo di gocce cioè da quelle nate dopo.

Quindi ad ogni quota del contenitore vi sono gocce in condizioni diverse sia da quelle che, nell'istante di tempo considerato, cioè nell'istante di tempo da noi congelato, giacciono ad un'altezza maggiore, sia da quelle che giacciono ad una quota minore, cioè che hanno percorso un maggior tragitto. Poichè tutti i fenomeni fisici che avvengono nel contenitore si evolvono nel tempo, non è possibile studiare la caduta delle gocce staticamente, cioè dire tutte le gocce che attraversano nel loro moto di discesa una certa quota del contenitore, sono nelle stesse condizioni geometriche e termodinamiche sia negli istanti precedenti sia negli istanti seguenti a quello in cui noi abbiamo congelato il sistema, in quanto all'interno del contenitore sia la temperatura che la pressione come altri fattori variano in funzione del tempo. Nella figura 2 è indicato con t l'istante di tempo in cui noi abbiamo congelato il sistema; se noi scongeliamo il sistema e lo lasciamo libero di evolversi per un intervallo di tempo $\Delta\tau$ arriviamo all'istante di tempo $t + \Delta\tau$ dove ricongeliamo il sistema.

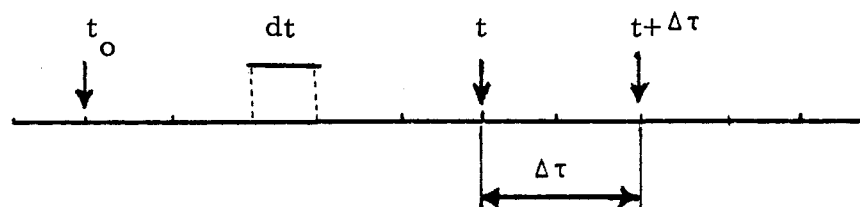


Fig. 2

Vediamo cosa è accaduto nell'intervallo $\Delta\tau$ che possiamo dividere in intervalli più piccoli dt .

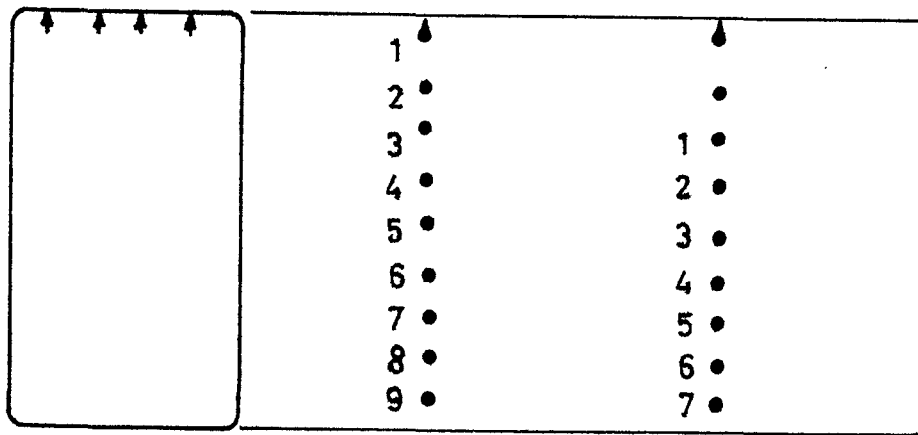


Fig. 3

La fig. 3b rappresenta in una verticale la sequenza delle gocce come si vedono nell'istante di tempo $t^* = t$ in cui abbiamo congelato il sistema.

La goccia 1 nasce proprio nell'istante $t^* = t = t_1$, avendo indicato con t_1 l'istante di tempo in cui essa è nata; la goccia 2 è nata prima, cioè al tempo $t_2 < t_1$, la goccia 3 è nata al tempo $t_3 < t_2 < t_1$ e così via.

Dopo l'intervallo di tempo $\Delta\tau$ la situazione è cambiata, le gocce 8 e 9 hanno toccato il fondo e quindi sono scomparse, le altre numerate da 1 a 7 hanno percorso ciascuna un certo tragitto, assorbendo calore e variando quindi le loro dimensioni e la loro temperatura, e sono nate altre 2 gocce che portano il loro contributo al fenomeno che si sta svolgendo. Quindi nell'intervallo $\Delta\tau$ occorre tener conto sia delle gocce già presenti, che quindi percorrono un certo tragitto, sia di quelle che scompaiono, sia di quelle che nascono.

In fig. 2 si indica con t il tempo in cui via via congeliamo il sistema, con t_0 l'istante di tempo in cui sono nate un certo tipo di goccioline

che sono in volo all'istante t : cioè t_0 assume via via i valori t_7 , t_6 , t_5 , ..., t_1 ; poichè in realtà non entra una goccia per volta ma un certo numero dipendente dal numero di fori e dalla frequenza, si indica con $n(t_0)dt$ il numero di gocce emesse nell'intervallo di tempo dt posto in t_0 .

Cioè entrano n gocce al secondo, se consideriamo l'intervallo di tempo infinitesimo dt , allora $n \cdot dt$ dà il numero di gocce emesse in dt : ora se si sposta l'intervallo infinitesimo dt via via in t_7 , t_6 , t_5 , si ha il numero di gocce $n(t_7)dt$ emesse in dt all'istante di tempo t_7 , e così via; consideriamo quindi che tutte le gocce $n(t_7)dt$ si evolvono nello stesso modo e quindi basta prenderne in considerazione una e seguirla nel suo moto.

La singola goccia entra sottoraffreddata per cui si ha una condensazione attorno ad essa di una massa dm di vapore.

Si ha quindi la cessione del calore latente di evaporazione alla goccia, che viene assorbito e che produce un innalzamento della temperatura della stessa.

Parte del calore viene assorbita anche per convezione in quanto la goccia si trova in un ambiente a temperatura più elevata e nel quale vi è anche aria riscaldata.

L'effetto della condensazione sulla goccia si produce anche in un aumento delle dimensioni in quanto si ha il deposito sulla superficie di una certa quantità di acqua.

2.2.2 La condensazione e l'assorbimento del calore latente

La variazione del raggio della goccia in funzione del tempo in seguito alla condensazione della massa dm si può esprimere come:

$$dr = f(r) dt$$

ove $f(r)$ è una funzione che dipende dal meccanismo di scambio termico.

Detto v il volume della goccia si puo' scrivere

$$dv = 4 \pi r^2 dr \quad \text{e quindi}$$

$$dv = g(r) dt \quad \text{ove } g(r) = 4 \pi r^2 f(r)$$

esprime la variazione di volume nel tempo dt .

La quantità di calore latente ceduta alla goccia per effetto della condensazione della massa dm vale

$$dq_c = r_G \rho_w \cdot dv = r_G dm$$

$$\text{ove } dm = \rho_w \cdot dv = \rho_w \cdot g(r) \cdot dt$$

Il calore totale latente assorbito nell'intervallo Δt da n gocce emesse nell'intervallo infinitesimo dt posto al tempo t_0 è dato da:

$$dQ_c = n(t_0) dq_c \cdot dt = n(t_0) \cdot r_G \cdot dm \cdot dt$$

quindi integrando si ha:

$$Q(t) = r_G \int_0^t n(t_0) dt \int_{t_0}^t dm$$

che rappresenta la quantità di calore totale assorbita nell'intervallo di tempo $0 \text{ --- } t$ da tutte le gocce emesse nello stesso intervallo $0 \text{ --- } t$.

Infatti

$$\int_0^t n(t_0) dt$$

rappresenta la somma di tutte le gocce emesse nei vari intervalli dt posti all'istante t_0 quando t_0 varia da zero a t $0 \text{ --- } t$

$$\int_{t_0}^t dm$$

rappresenta la massa condensata in una singola goccia che è nata all'istante t_0 e che è giunta fino all'istante t .

Ora si considera l'istante $t + \Delta\tau$ e ripetendo il ragionamento si può calcolare la quantità di calore $Q(t + \Delta\tau)$ assorbita nell'intervallo $0 \text{ ——— } t + \Delta\tau$ da tutte le gocce nate nell'intervallo $0 \text{ ——— } t + \Delta\tau$. Di conseguenza è possibile calcolare la quantità di calore latente assorbita ΔQ nell'intervallo di tempo $\Delta\tau$ considerato.

$$\Delta Q = Q(t + \Delta\tau) - Q(t)$$

con

$$\begin{aligned} Q(t + \Delta\tau) &= r_G \int_0^{t + \Delta\tau} n(t_0) dt \int_{t_0}^{t + \Delta\tau} dm = \\ &= r_G \int_0^t n(t_0) dt \int_{t_0}^{t + \Delta\tau} dm + r_G \int_t^{t + \Delta\tau} n(t_0) dt \int_{t_0}^{t + \Delta\tau} dm = \\ &= r_G \int_0^t n(t_0) dt \int_{t_0}^t dm + r_G \int_0^t n(t_0) dt \int_t^{t + \Delta\tau} dm + \\ &+ r_G \int_t^{t + \Delta\tau} n(t_0) dt \int_{t_0}^{t + \Delta\tau} dm \end{aligned}$$

Quindi

$$\begin{aligned} \Delta Q = Q(t + \Delta\tau) - Q(t) &= r_G \int_0^t n(t_0) dt \int_{t_0}^t dm + \\ &+ r_G \int_0^t n(t_0) dt \int_t^{t + \Delta\tau} dm + r_G \int_t^{t + \Delta\tau} n(t_0) dt \int_{t_0}^{t + \Delta\tau} dm - \\ &- r_G \int_0^t n(t_0) dt \int_{t_0}^t dm \end{aligned}$$

semplificando

$$\Delta Q = r_G \int_0^t n(t_0) dt \int_t^{t+\Delta\tau} dm + r_G \int_t^{t+\Delta\tau} n(t_0) dt \int_{t_0}^{t+\Delta\tau} dm \quad (II)$$

Significato dei vari integrali:

$$\int_t^{t+\Delta\tau} dm = \text{variazione di massa, nell'intervallo } \Delta\tau, \text{ delle goccioline nate in } dt \text{ posto in } t_0$$

$$\int_0^t n(t_0) dt \int_t^{t+\Delta\tau} dm = \text{variazione di massa in } \Delta\tau \text{ di tutte le gocce nate nell'intervallo } 0 \text{ --- } t$$

$$\int_t^{t+\Delta\tau} n(t_0) dt \int_{t_0}^{t+\Delta\tau} dm = \text{variazione di massa in } \Delta\tau \text{ di tutte le goccioline nate nell'intervallo } t \text{ --- } t+\Delta\tau, \text{ ove } t_0, \text{ coordinata corrente, varia nell'intervallo stesso, cioè: } t \text{ --- } t+\Delta\tau$$

La variazione totale di massa in $\Delta\tau$ vale:

$$\Delta M = \frac{\Delta Q}{r_G}$$

Poichè la (II) verrà programmata, deve essere scritta nella seguente forma:

$$\Delta M = \sum_{j=1}^J n_j \Delta t \sum_{j=J}^{J+nfr} \Delta m_{i,j} + \sum_{j=J}^{J+nfr} n_j \Delta t \sum_{i=j}^{J+nfr} \Delta m_{i,j} \quad (III)$$

in cui si è posto: $\Delta t = dt$

$$nfr = \frac{\Delta\tau}{\Delta t}$$

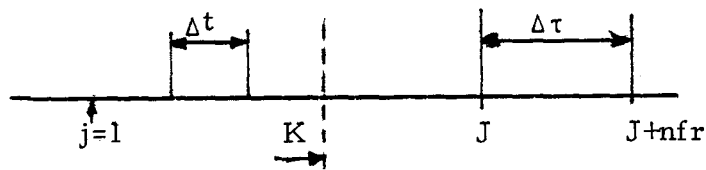


Fig. 5

Quest'ultima espressione così scritta vale fino a quando le prime gocce partite non toccano terra e quindi scompaiono.

Allora occorre agire sulla prima sommatoria e far partire l'indice j non più da 1 ma da un certo valore K crescente con il tempo.

Per $j = 1$ è noto il raggio $r_j = r_1$ della goccia all'ingresso. La goccia scende con una velocità variabile in funzione del raggio secondo la seguente equazione:

$$v_j = A \sqrt{r_j}$$

$A = \text{cost.}$

$v_j =$ velocità della goccia al tempo considerato $t = J$ partita all'istante j

$r_j =$ raggio della goccia al tempo $t = J$ partita all'istante j

Quindi si può calcolare lo spazio percorso nell'intervallo $dt = \Delta t$ che viene sommato allo spazio s_j percorso fino al tempo $t = J$

$$\Delta s_j = v_j \cdot \Delta t$$

$$s_{j+1} = s_j + \Delta s_j$$

Ora conosciuta la distanza s^* (altezza del contenitore) che la gocciolina deve percorrere prima di toccare terra si confronta s_{j+1} con s^* .

Se

$$s_{j+1} \geq s^*$$

la gocciolina viene cancellata. Cio' significa che la goccia nata
→ all'istante $j = 1$ viene tolta dal numero di gocce in volo per cui la
prima sommatoria delle (III) dovrà partire da $j = 2$.

In generale si ha

$$j = K \quad \text{con} \quad K = (1, 2, 3, \dots)$$

e ad ogni gocciolina che tocca il fondo viene incrementato il valore
di K di una unità.

2.2.3 Calcolo della velocità di caduta delle gocce

La velocità di caduta delle gocce puo' essere calcolata con la seguente
formula:

$$R = C_r \rho_a S v^2$$

v = velocità

$S = 4\pi r^2$ = superficie della goccia supposta sferica

C_r = coefficiente di resistenza dovuta all'aria

R = forza parallela alla direzione del moto

ρ_a = densità dell'aria

Ma R si puo' esprimere nel seguente modo:

$$R = \frac{3}{4} r^3 \pi \rho_w g$$

ρ_w = densità dell'acqua,

per cui la velocità assume la forma

$$v = v(r) = \sqrt{\frac{8}{3} \frac{g \rho_w}{C_r \rho_a}} \sqrt{r}$$

Quindi il coefficiente A visto in precedenza vale $\sqrt{\frac{8}{3} \frac{g \rho_w}{C_r \beta_a}}$ ed è considerato costante nei calcoli che si faranno in seguito.

2.2.4 Meccanismo di scambio termico tra goccia ed ambiente cir-
costante

2.2.4.1 Bilancio energetico
.....

L'atmosfera di aria e vapore contenuta nel contenitore cede calore alla goccia sottoraffreddata.

L'equazione che dà la variazione di entalpia della goccia nell'intervallo di tempo dt è data da:

$$(m_{i-1} + dm)H(T_i) - m_{i-1} H(T_{i-1}) = dm r_G + dm H(T_{c,i-1}) + h^* S(T_{c,i-1} - T_{i-1}) dt \quad (I)$$

m_{i-1}	massa della goccia calcolata al time-step i-1
$m_i = m_{i-1} + dm$	massa della goccia calcolata al time-step i cioè al time-step considerato per lo svolgimento dei calcoli
$H(T_i)$	entalpia della goccia al time-step i
T_i	temperatura della goccia al time-step i
T_{i-1}	temperatura della goccia al time-step i-1
$H(T_{i-1})$	entalpia della goccia al time-step i-1
dm	massa di vapore condensata sulla goccia nell'inter- vallo di tempo dt, cioè nel time-step i
r_G	Calore latente di evaporazione uguale al calore latente di condensazione
$H(T_{c,i-1})$	entalpia posseduta dal vapore condensato contenuto nell'edificio di contenimento al time-step i-1
$T_{c,i-1}$	temperatura del vapore all'interno del contenitore al time-step i-1

h^* coefficiente di scambio termico al fenomeno di convezione tra goccia e miscela aria-vapore

$S = 4\pi r^2$ superficie della goccia

La massa di vapore dm che condensa viene calcolata per mezzo della seguente equazione

$$\frac{d}{dt} v \rho_w r_G = h_c \cdot S \cdot (T_{c,i-1} - T_{i-1}) \quad (II)$$

ossia

$$dm \cdot r_G = h_c \cdot S (T_{c,i-1} - T_{i-1}) dt$$

ove

h_c coefficiente di scambio termico dovuto alla cessione del calore di condensazione nel passaggio dalla fase vapore alla fase liquida della massa dm di vapore.

La (2) afferma che il calore di condensazione ceduto alla goccia durante il passaggio dalla fase vapore alla fase liquida della massa dm di vapore è proporzionale ad un coefficiente h_c , alla superficie della goccia, alla differenza di temperatura tra il vapore e la goccia ed ovviamente all'intervallo di tempo considerato.

La variazione del raggio della goccia si calcola dalla seguente equazione

$$\rho_w r_G \cdot dr = h_c (T_{c,i-1} - T_{i-1}) dt$$

ove dr è l'incremento positivo che occorre dare al raggio al time-step attuale, cioè:

$$r_i = r_{i-1} + dr$$

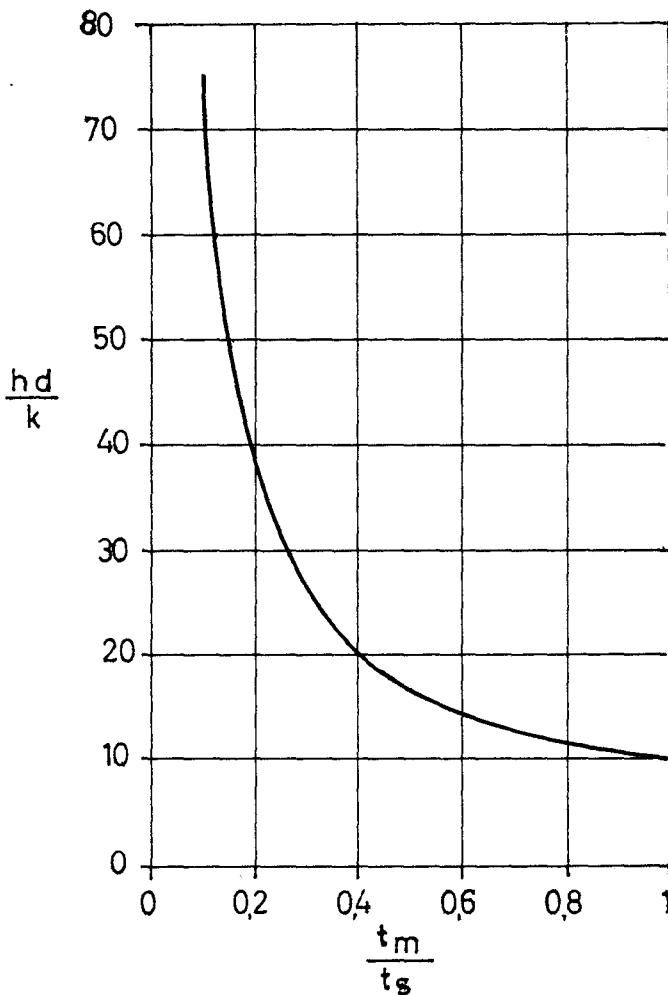
2.2.4.2 Calcolo del coefficiente di scambio termico h_c
.....
dovuto alla condensatione di vapore sulle gocce
.....

I coefficienti di scambio termico vengono calcolati in base alla teoria di Brown [1].

In particolare viene presa in considerazione la curva che esprime il rapporto

$$\frac{h_c d}{K_w}$$

in funzione del rapporto t_m/t_s dalla quale si risale al coefficiente h_c corrispondente alla temperatura t_m della goccia



t_m = temperatura media della goccia

t_s = temperatura superficiale

2.2.4.3 Calcolo del coefficiente di scambio termico per convezione
.....

Per il calcolo del coefficiente di scambio termico per convezione viene ritenuta valida la seguente relazione (2)

$$h = \frac{K_{dt}}{d} (2 + 0,6 Pr^{1/3} \cdot Re^{1/2})$$

2.2.5 Descrizione del Codice Spray C.C.

Il codice si propone di analizzare l'effetto che un sistema di pioggia produce in una atmosfera composta di aria e vapore d'acqua.

E' scritto in FORTRAN IV per il calcolatore IBM 360/65 ed è diviso in 3 parti:

un programma principale	(MAIN)
la subroutine	(GINT)
la subroutine	(PARAB).

Il programma principale a sua volta è diviso in due parti: la prima legge i dati di ingresso del problema e calcola alcuni valori che restano costanti; la seconda chiama ad ogni time-step la subroutine GINT trasmettendole le proprietà dell'atmosfera e ricevendo a sua volta la quantità di calore assorbita per condesazione, la massa di vapore condensato e la massa d'acqua che deposita sul fondo con la relativa energia.

Inoltre somma ad ogni time-step $\Delta\tau$ i rispettivi valori ottenuti dalla GINT ottenendo così ad ogni istante di tempo i valori aggiornati delle quantità di calore assorbita fino a quell'istante e le altre grandezze corrispondenti.

La subroutine PARAB svolge delle operazioni di interpolazione parabolica e viene chiamata ogni qualvolta occorre fare delle inter-

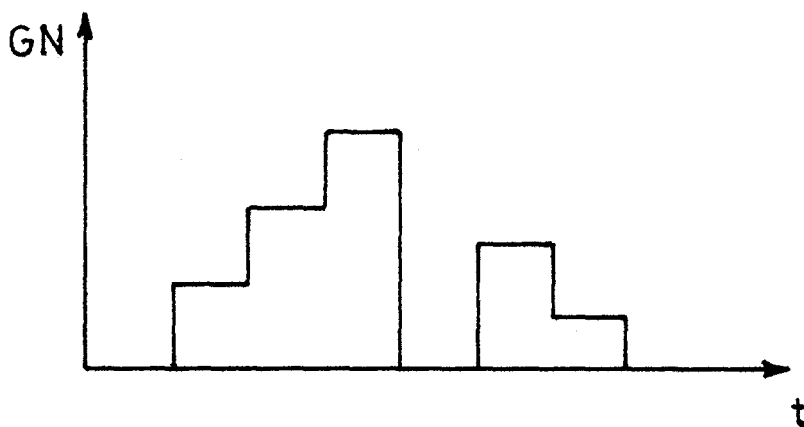
polazioni di valori tabulati.

Si è cercato di generalizzare il problema introducendo nei dati di ingresso alcuni parametri che permettono di risolvere, con il programma, problemi diversi.

Per esempio introducendo il parametro NTG, è possibile introdurre contemporaneamente gocce con diametro iniziale diverso; per ragioni di spazio nella memoria del calcolatore il numero di tipi di gocce, cioè con diametro iniziale diverso, è limitato ad un massimo di tre. Quindi è possibile studiare un sistema di pioggia che immetta contemporaneamente gocce con tre diametri diversi, (per esempio: 0,5 ; 1; 2 mm).

Con il parametro NSPR è possibile variare nel tempo la portata delle gocce secondo una funzione a gradino.

Cio' è possibile immettere un certo numero di gocce per un intervallo di tempo t_1 ——— t_2 , poi immettere un numero diverso di gocce nell'intervallo successivo t_2 ——— t_3 e così' via.



GN gocce/sec.

t tempo

In particolare facendo $GN = 0$ in un certo intervallo di tempo, si può fare iniziare lo spray dopo un tempo determinato e quindi simulare un ritardo di entrata in funzione del sistema di spray rispetto al blow-down.

Oppure si puo' sospendere lo spray per un certo tempo e studiarne gli effetti.

Con il parametro NFR è possibile studiare i fenomeni che riguardano la singola goccia in intervalli di tempo Δt più piccoli del time-step $\Delta \tau$ in cui si fanno tutti i bilanci di energia, massa, volume, ecc.; essendo

$$t = \frac{\Delta \tau}{\text{NFR}}$$

E' necessario introdurre questo parametro in quanto i fenomeni connessi ad una singola goccia variano percentualmente in maggior misura rispetto ai bilanci globali di energia che si fanno in un contenitore in caso di incidente.

D'altra parte se si volessero studiare tutti gli effetti del blow-down che si hanno in un arco di tempo piuttosto grande (per esempio un'ora) con intervalli di tempo molto piccoli, si avrebbero dei tempi macchina per il calcolatore enormi .

2.2.6

INPUT DATA - CODICE SPRAY C.C

M 0 1	NSTP	numero massimo di time-steps in cui viene studiato il fenomeno	
(I 10, 6E10.0)			
	DTAU	valore del time-step	hr
	HC	altezza del contenitore	m
	FIC	grado igrometrico	
<hr/>			
M 0 2	NTEMP	numero dei valori di temperatura in funzione del tempo	≤ 20
(I 10, 6 E10.0)			
<hr/>			
M 0 3	T(I)	valori delle temperature del contenitore in funzione del tempo	° C
(7 E 10.0)			
<hr/>			
M 0 4	TX(I)	valori degli istanti di tempo corrispondenti ai valori delle temperature dati nella scheda M03	h _r
(7 E 10.0)			
<hr/>			
M 0 5	NTAB	numero di punti delle tabelle di vapore saturo	≤ 150
(I 10, 6 E 10.0)			
	VCØ	volume del contenitore in cui viene studiato lo spray	m ³
	RHØ	densità dell'aria	kg/m ³
	PC	pressione iniziale del contenitore	kg/cm ²
	TC	temperatura ^a iniziale del contenitore	° C
<hr/>			

M06	TSAT(I)	temperature di saturazione	° C
(4 E 12.0)	PSAT	pressione di saturazione	kg/cm ²
	RHØG(I)	densità del vapore saturo	kg/m ³
	HLG(I)	calore di vaporizzazione	kcal/kg
<hr/>			
M07			
(7 I 10)	NSPR	numero di intervalli di spray	≤ 5
	NTG	numero di tipi di gocce	≤ 3
	NFR	numero di intervalli DT compresi nel time-step DTAU	
	NTT	numero di punti della curva di Brown	≤ 10
	MTT	numero di valori del coefficiente di resistenza C _r corrispondente ai diversi raggi delle gocce	≤ 10
<hr/>			
M08	TMS(I)	valori del rapporto tm/ts	
(2 E 12.0)	HDK(I)	valori corrispondenti del rapporto h _c · d/K _w	
<hr/>			
M09	CWW(I)	valori del coefficiente di resistenza c _r	
(2 E 12.0)	RØ	valori corrispondenti dei raggi delle gocce	m
<hr/>			
M10	RG(K)	raggio iniziale della goccia	m
(7 E 10.0)	TG	temperatura iniziale della goccia	° C
	RØG	densità dell'acqua	kg/m ³
<hr/>			
M11	TSP(I)	estremi superiori degli intervalli di spray	h _r
(7 E 10.0)			
<hr/>			
M12	GN(I, K)	numero di gocce che entrano durante l'intervallo di spray corrispondente	n/h _r
(7 E 10.0)			

OUTPUT

L'output di questo codice fornisce divisi per colonne i seguenti risultati:

1° Colonna	TCORX	tempo corrente	(sec)
2° Colonna	TC	temperatura corrispondente al tempo TCORX	(° C)
3° Colonna	DQC	quantità di calore condensato sulle gocce nel time-step DTAU	(kcal)
4° Colonna	DQD	quantità di calore depositato sul fondo nel time-step DTAU	(kcal)
5° Colonna	DMD	massa di vapore condensato sulle gocce nel time-step DTAU	(kg)
6° Colonna	DMD	massa di acqua depositata sul fondo nel time-step DTAU	(kg)
7° Colonna	QCOND	quantità di calore asportato dalle gocce per condensazione fino al tempo TCORX	(kcal)
8° Colonna	QDEP	quantità di calore depositato sul fondo fino al tempo TCORX	(kcal)
9° Colonna	MCOND	massa di vapore condensato sulle gocce fino al tempo TCORX	(kg)
10° Colonna	MDEP	massa di acqua depositata sul fondo fino al tempo TCORX	(kg)

2.3 Calcolo della condensatione di vapore d'acqua su gocce con le leggi del trasporto di massa

2.3.1 Modello matematico

Il metodo di calcolo rimane uguale a quello visto precedentemente; in particolare rimane uguale la descrizione matematica del meccanismo di caduta delle gocce e del bilancio energetico relativo alle gocce.

La differenza sostanziale consiste nel diverso procedimento seguito per il calcolo della quantità dm di vapore che condensa sulla goccia.

Infatti si ritiene valida la seguente espressione:

$$dm = K_G \cdot 4 \pi r^2 \cdot (P_v - P_g) \cdot dt$$

ove il coefficiente di trasferimento di massa viene calcolato dalla seguente espressione:

$$N_{Nu'} = 2,0 + 0,60 N_{Sc}^{1/3} N_{Re}^{1/2}$$

ove

$$N_{Nu'} = \frac{K'_G M_m D_g P_f}{D_v \rho} = \frac{K_G D_g P_f}{D_v \rho}$$

avendo posto $K'_G = K'_G M_m$

Il coefficiente di diffusione del vapore d'acqua in aria viene calcolato per mezzo della

$$D_v = D_o \left(\frac{T}{T_o} \right)^{1,75} \cdot \frac{P_o}{P}$$

2.3.2 Descrizione del codice Spray C.M.

Il codice Spray C.M. si basa sulle equazioni viste in precedenza.

INPUT DATA CODICE SPRAY C.M.

M 01 (I 10, 6E10.0)	NSTP	numero massimo di time-steps in cui viene studiato il fenomeno	
	DTAU	valore del time-step	r_2
	HC	altezza del contenitore	m
	FIC	grado igrometrico	
<hr/>			
M 02 (I 10, 6E10.0)	NTEMP	numero dei valori di temperatura in funzione del tempo	≤ 20
<hr/>			
M 03 (7 E, 10.0)	T(I)	valori delle temperature del contenitore in funzione del tempo	$^{\circ} C$
<hr/>			
M 04 (7 E 10.0)	TX(I)	valori degli istanti di tempo cor- rispondenti ai valori delle tempera- ture dati nella scheda M 03	h_r
<hr/>			
M 05 (I 10, 6E 10.0)	NTAB	numero dei punti delle tabelle del vapore saturo	≤ 150
	VC \emptyset	volume del contenitore in cui viene studiato lo spray	m^3
	RH \emptyset A	densità dell'aria	kg/m^3
	PC	pressione iniziale del contenitore	kg/cm^2
	TC	temperature iniziali del contenitore	$^{\circ} C$
<hr/>			
M 06 (4 E 12.0)	TSAT(I)	temperatura di saturazione	$^{\circ} C$
	PSAT(I)	pressione di saturazione	kg/cm^2
	RH \emptyset G(I)	densità del vapore saturo	kg/m^3
	HLG(I)	calore di vaporizzazione	kcal/kg
<hr/>			

M 07 (7 I,10)	NSPR	numero di intervalli di spray	≤ 5
	NTG	numero di tipi di gocce	≤ 3
	NFR	numero di intervalli DT compresi nel time-step DTAU	
	MTT	numero dei valori del coefficiente di resistenza c_r corrispondente ai diversi raggi delle gocce	≤ 10
<hr/>			
M 09 (2E, 12.0)	CWW(I)	valore del coefficiente di resistenza c_r	
	R ϕ (I)	valori corrispondenti dei raggi delle gocce	m
<hr/>			
M 10 (7E 10.0)	RG (K)	raggio iniziale della goccia	m
	TG	temperatura iniziale della goccia	° C
	R ϕ G	densità dell'acqua	kg/m ³
<hr/>			
M 11	TSP(I)	estremi superiori degli intervalli di Spray	h_r
<hr/>			
M 12 (7 E, 10.0)	GN(I, K)	numero di gocce che entrano durante l'intervallo di Spray corrispondente	n/h_r
<hr/>			

OUTPUT SPRAY C.M.

L'output del codice SPRAY C.M. è identico all'output del codice SPRAY C.C.

2.4. Risultati

Nei diagrammi di Fig.1 e di Fig.2 (rispettivamente annessi 1 e 2), sono riportati i valori delle quantità di calore e di massa condensati in un "time-step" in funzione del tempo per determinati dati iniziali.

In Fig.3 viene fatto il confronto a parità di condizioni.

I risultati ottenuti dai due codici sono sostanzialmente equivalenti.

La differenza dipende dal raggio delle gocce; con gocce di 0.5 mm di raggio i risultati ottenuti dal codice SPRAY C.M. eccedono quelli ottenuti dal codice SPRAY C.C. di una quantità non superiore al 3 %, con gocce di 1 mm di raggio tale eccedenza risulta inferiore al 10 %.

Cio' è dovuto principalmente alla differente dipendenza dal raggio della goccia dei due coefficienti h_c e K_G .

Tenuto conto della sostanziale diversità dei procedimenti adottati e soprattutto dei diversi coefficienti teorici calcolati in modo del tutto indipendente, come per esempio, il coefficiente di scambio termico per condensazione h_c calcolato con la teoria di Brown, ed il coefficiente di trasporto di massa K_G calcolato con la teoria di Ranz-Marshall, si può concludere che i due procedimenti danno affidamento per una utilizzazione dei risultati ai fini del calcolo della temperatura e della pressione in un doppio contenitore di reattore.

3. STUDIO DEL SISTEMA DI SPRAY OPERANTE SU UNA ATMOSFERA DI GAS AD ELEVATA TEMPERATURA

In questo caso il meccanismo di scambio termico consiste in un riscaldamento della goccia per via dei gas caldi. La goccia parte sottoraffreddata e raggiunge la temperatura di saturazione corrispondente alla pressione parziale del vapore d'acqua presente nel gas. Dopo si assiste ad una evaporazione di una massa dm di acqua costituente la goccia.

Le assunzioni che vengono fatte sono identiche a quelle riguardanti il capitolo 2. Anche le condizioni di calcolo riguardanti la dinamica della caduta delle gocce risultano le stesse (cap. 2.2.2).

Di conseguenza la quantità di calore assorbita da tutto il sistema di spray nel time-step $\Delta\tau$ risulta uguale a:

$$q = Q(t+\Delta\tau) - Q(t) = \int_0^t n(t_0) dt \int_{t_0}^{t+\Delta\tau} dq + \int_t^{t+\Delta\tau} n(t_0) dt \int_{t_0}^{t+\Delta\tau} dq \quad I$$

ove dq è il differenziale della quantità di calore assorbita da una goccia che, in questo caso, può essere dovuto sia al riscaldamento della goccia o sia alla evaporazione di una quantità di massa d'acqua dm .

MECCANISMO DI SCAMBIO TERMICO TRA GOCCIA ED AMBIENTE ESTERNO

Come si è già detto la goccia parte sottoraffreddata, cioè con una temperatura inferiore alla temperatura di saturazione, corrispondente alla pressione parziale del vapore che agisce nel contenitore, per

cui in un primo tratto essa si riscalda; la quantità di calore assorbita vale:

$$Q = c_p m_g (T_i - T_{i-1})$$

m_g = massa della goccia

T_i = temperatura della goccia all'istante t_i

c_p = calore specifico a pressione costante.

Il calore trasmesso dall'ambiente alla goccia avviene per sola convezione forzata per cui si può scrivere:

$$c_p m_g dT = h S (T_{c-1} - T_{i-1}) dt \quad (II)$$

T_{c-1} = temperatura all'interno del contenitore al time-step precedente a quello preso in esame

S = superficie della goccia

T_{i-1} = temperatura della goccia al tempo t_{i-1} .

Il coefficiente di scambio termico per convezione h , viene calcolato con la seguente espressione (3):

$$h = \frac{K_{at}}{d} (2 + 0,6 Pr^{1/3} Re^{1/2}) \quad (III)$$

K_{at} = coefficiente di conducibilità termica dell'ambiente;
nel caso specifico : aria

d = diametro della goccia

Pr = numero di Prandtl

Re = numero di Reynolds

Il Pr e il Re vengono calcolati in base alle caratteristiche fisiche dell'ambiente esterno alla goccia, il diametro che compare nel numero di Reynolds è quello della goccia, la velocità è quella relativa tra goccia e fluido in cui essa si muove.

Dalla (II) si ottiene:

$$dT = \frac{h S (T_c - T_{i-1}) dt}{c_p m_g}$$

che dà l'incremento della temperatura della goccia nel time-step dt.

Da

$$T_i = T_{i-1} + dt$$

si calcola la nuova temperatura della goccia e quando

$$T_i \geq T_{sat}$$

inizia l'evaporazione.

Da questo punto in poi si fa l'ipotesi che il calore trasmesso per convezione dal fluido alla goccia, provochi la vaporizzazione della massa dm d'acqua secondo l'equazione:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{4}{3} \pi r^3 \rho_w r_G \right) = h_e S (T_{c-1} - T_{i-1}) \quad (IV)$$

essendo

$$S = 4 \pi r^2$$

si ottiene

$$\rho_w r_G dr = h_e (T_{c-1} - T_{i-1}) dt \quad (V)$$

h_e viene calcolato sempre mediante la (III).

Quindi il raggio della gocciolina diminuisce secondo la seguente espressione:

$$r_2 = r_1 - dr$$

Con il modello sopra esposto si è in grado di calcolare per ogni singola goccia e a ciascun time-step:

- 1) la quantità di calore assorbita sia per riscaldamento sia per evaporazione
- 2) la quantità di massa d'acqua vaporizzata
- 3) la variazione di temperatura
- 4) la variazione del raggio
- 5) le velocità di discesa.

Richiamando l'espressione vista in precedenza, da cui risultava che il calore totale assorbito nell'intervallo infinitesimo dt posto al tempo t_0 valeva:

$$dQ_e = n(t_0) dt \cdot dq_e$$

possiamo ottenere quanto segue:

- 1) la quantità di calore assorbita nel time-step Δt per riscaldamento da tutte le gocce $n(t_0) \Delta t$ emessa al tempo t_0 :

$$\Delta Q_{\text{risc}} = c_p m_g dT n(t_0) dt$$

- 2) calore per evaporazione:

$$\Delta Q_{\text{ev}} = \Delta m \cdot r_G \cdot n(t_0) dt$$

- 3) massa evaporata

$$\Delta M_{\text{ev}} = m \cdot n(t_0) dt$$

4) massa depositata sul fondo

$$\Delta M_{\text{dep}} = m_{\text{dep}} n(t_o) dt$$

m_{dep} = massa della goccia al momento di toccare il fondo

5) calore depositato sul fondo

$$\Delta Q_{\text{dep}} = m_{\text{dep}} c_p T_{\text{dep}} \cdot n(t_o) dt$$

T_{dep} = temperatura della goccia al momento di toccare il fondo.

In generale tenendo presente le relazioni che descrivono il meccanismo di scambio termico e le relazioni che descrivono la dinamica delle goccioline, si ottiene:

- 1) il calore assorbito fino ad un dato istante t
- 2) la massa di acqua evaporata
- 3) la massa d'acqua depositata con la sua energia interna.

INPUT DATA - CODICE SPRAY E.V.

M 01	NSTP	numero massimo di time-steps	
(I 10, 6 E 10.0)	DTAU	valore del time-step	hr
	HC	altezza del contenitore (percorso della goccia)	m
	FIC	grado igrometrico	
M 02	NTEMP	numero di valori di temperatura del contenitore in funzione del tempo	≤ 20
(I 10, 6 E 10.0)			
M 03	T(I)	valori delle temperature del contenitore in funzione del tempo	$^{\circ}C$
(7 E 12.0)			
M 04	TX(I)	valori degli istanti di tempo corrispondenti ai valori delle temperature date nelle schede M 03	hr
(7 E 12.0)			
M 05	NTAB	numero dei punti delle tabelle del vapore	≤ 150
(I 10, 6 E 10.0)	VC \emptyset	volume del contenitore	m^3
	RH \emptyset A	densità del gas	kg/m^3
	PC	pressione totale agente nel contenitore	kg/cm^2
	TC	temperatura iniziale agente nel contenitore	$^{\circ}C$
M 06	TSAT(I)	temperatura di saturazione	$^{\circ}C$
(4 E 12.0)	PSAT(I)	pressione di saturazione	kg/cm^2
	RHOG(I)	densità del vapore saturo	kg/m^3
	HLG(I)	calore specifico di evaporazione	Kcal/kg

M 07 (7 I 10.1)	NSPR	numero di intervalli di spray	≤ 5
	NTG	numero dei tipi di gocce	≤ 3
	NFR	numero di intervalli DT compresi nel time-step DTAU	
	MTT	numero di valori di CW	
M08 (2 E 12.0)	CWW(I)	valori del coefficiente di resistenza c_r	
	RØ	valori corrispondenti dei raggi delle gocce	m
M09 (7 E 10.0)	RG(K)	raggio iniziale della goccia	m
	TG	temperatura iniziale della goccia	° C
	ROG	densità dell'acqua	kg/m ³
M010 (7 E 10.0)	TSP(I)	estremi superiori degli intervalli di spray	hr
M 011 (7 E 10.0)	GN(I, K)	numero di gocce che entrano durante l'intervallo di spray corrispondente	

Tra parentesi è indicato il formato con cui devono essere inseriti i dati.

OUTPUT Codice SPRAY E.V.

1° colonna	TCORX	tempo corrente	(sec)
2° colonna	TC	temperatura corrispondete al tempo TCORX	(° C)
3° colonna	VMAS	quantità di vapore d'acqua presente nel contenitore	(kg)
4° colonna	DVMAS	quantità di vapore che è evaporata dalle gocce nel time-step DTAU	(kg)
5° colonna	MDP	massa di acqua che si è depositata sul fondo fini al tempo TCORX	(kg)
6° colonna	DMD	quantità di acqua che si deposita sul fondo nel time-step DTAU posto al tempo TCORX	(kg)
7° colonna	QDEP	quantità di calore depositato nel fondo fino al tempo TCORX	(kcal)
8° colonna	DQD	quantità di calore depositato sul fondo nel time-step DTAU posto al tempo TCORX	(kcal)
9° colonna	QEV	quantità di calore assorbito dalle gocce fino al tempo TCORX dovuta al fenomeno di evaporazione	(kcal)
10° colonna	DQE	quantità di calore assorbito dalle gocce nel time-step DTAU posto al tempo TCORX per evaporare la massa DVMAS d'acqua	(kcal)
11° colonna	DQCP	quantità di calore assorbito per il riscaldamento delle gocce nel time-step DTAU posto al tempo TCORX	(kcal)
12° colonna	QCP	quantità di calore assorbito per il riscaldamento delle gocce fino al tempo TCORX	

REFERENZE

- [1] BROWN, G.
"Heat Transmission by Condensation of Steam on a
Spray of Water Drops"
ASME Proc. Gen. Dic. Heat Transfer, pp.49-52 (1951)
- [2] RANZ, W. E. , MARSHALL, W.R. Jr.
"Evaporation from Drops"
Chem. Eng. Prog.r , pp. 173-180 (1952)
- [3] FRASER, R.P., DOMBROWSKI, N., and JOHNS, W.R.
"Cooling Hot Gas with Evaporating Spray"
- [4] PARSLY, L.F.
"Design Considerations of reactor containment Spray
system - Part VI. The Heating of Spray Drops in air-
steam Atmosphere"
ORNL-TM-2412, Part VI (1970)

NOMENCLATURA

c_r	coefficiente di resistenza di un corpo sferico (goccia) nell'aria	
c_p	calore specifico dell'aria a pressione costante	
d	diametro della goccia	m
dm	incremento infinitesimo della massa della goccia	kg
dt	differenziale del tempo	hr
dT	differenziale della temperatura	$^{\circ}C$
dv	differenziale del volume della goccia	m^3
g	accelerazione di gravità	m/sec^2
h^*	coefficiente di scambio termico per conversione tra goccia e miscela aria vapore	$kcal/m^2, hr, ^{\circ}C$
h_c	coefficiente di scambio termico dovuto alla cessione del calore di condensazione nel passaggio della fase vapore alla fase liquida della massa dm di vapore	$kcal/m^2, hr, ^{\circ}C$
$H(T_i)$	entalpia	$kcal/kg$
K_{at}	coefficiente di conducibilità termica dell'ambiente	$kcal/hr.m.^{\circ}C$
K_G	coefficiente di trasferimento di massa per unità di area e per unità di pressione attraverso la superficie di trasferimento	
K_W	conducibilità dell'acqua	$kcal/hr.m.^{\circ}C$
m	massa della goccia	kg
M_m	peso molecolare della miscela di gas	
$n(t_o)dt$	numero di gocce emesse nell'intervallo infinitesimo di tempo dt posto in t_o	
N_{Sc}	Numero di SCHMIDT	
P	pressione totale	kg/cm^2
P_f	valore medio di $(P - P_v)$ attraverso lo strato di trasferimenti di masse	kg/cm^2
P_g	pressione parziale del vapore alla superficie della goccia	kg/cm^2
P_v	pressione parziale del vapore presente nell'atmosfera	kg/cm^2
q_c	quantità di calore assorbito dalle gocce per condensazione	kcal
q_e	quantità di calore assorbito dalle gocce per evaporazione	kcal
$Q(t)$	quantità di calore assorbito fino al tempo t da tutte le gocce per condensazione o per riscalda-	

	mento e successiva evaporazione	kcal
r	raggio della goccia	m
r_G	calore latente di evaporazione	kcal/kg
s	spazio percorso dalla goccia nel suo moto di caduta	m
S	superficie della goccia	m^2
t	tempo	hr
T	temperatura	° C
T_{sat}	temperatura di saturazione dell'acqua	° C
V	volume della goccia	m^3

Simboli greci

$\Delta\tau$	intervallo di tempo	hr
ρ	densità	kg/m^3

Indici

a	si riferisce all'aria
at	si riferisce all'atmosfera presente nel contenitore
c	si riferisce a variabili associate alla evaporazione o al contenitore
e	si riferisce a variabili associate alla evaporazione
i	si riferisce al time-step
o	
r	si riferisce al raggio
w	si riferisce all'acqua

Esempio di Input

(Codice SPRAY CC)

Qui viene riportato un esempio di input, diviso per schede secondo la classificazione vista in 2.2.6.

M01	NSTP = 1000	
	DTAU = $0.55555 \cdot 10^{-5}$	hr
	HC = 10.0	m
	FIC = 0.7	

M02	NTEMP = 2
-----	-----------

M03	T(1) = 50.0	°C
	T(2) = 160.0	

M04	TX(1) = 0.0	hr
	TX(2) = $0.55555 \cdot 10^{-2}$	

M05	NTAB = 120	
	VCQ = 126.0	m ³
	RHØA = 1.292	kg/m ³
	PC = 1.0	kg/cm ²
	TC = 50.0	°C

M06	TSAT(I)	PSAT(I)	RHØG(I)	HLG(I)
	(°C)	(kg/cm ²)	(kg/m ³)	(kcal/kg)

Vedi Annesso I.

M 07	NSPR = 2
	NTG = 1
	NFR = 1
	NTT = 9
	MTT = 3

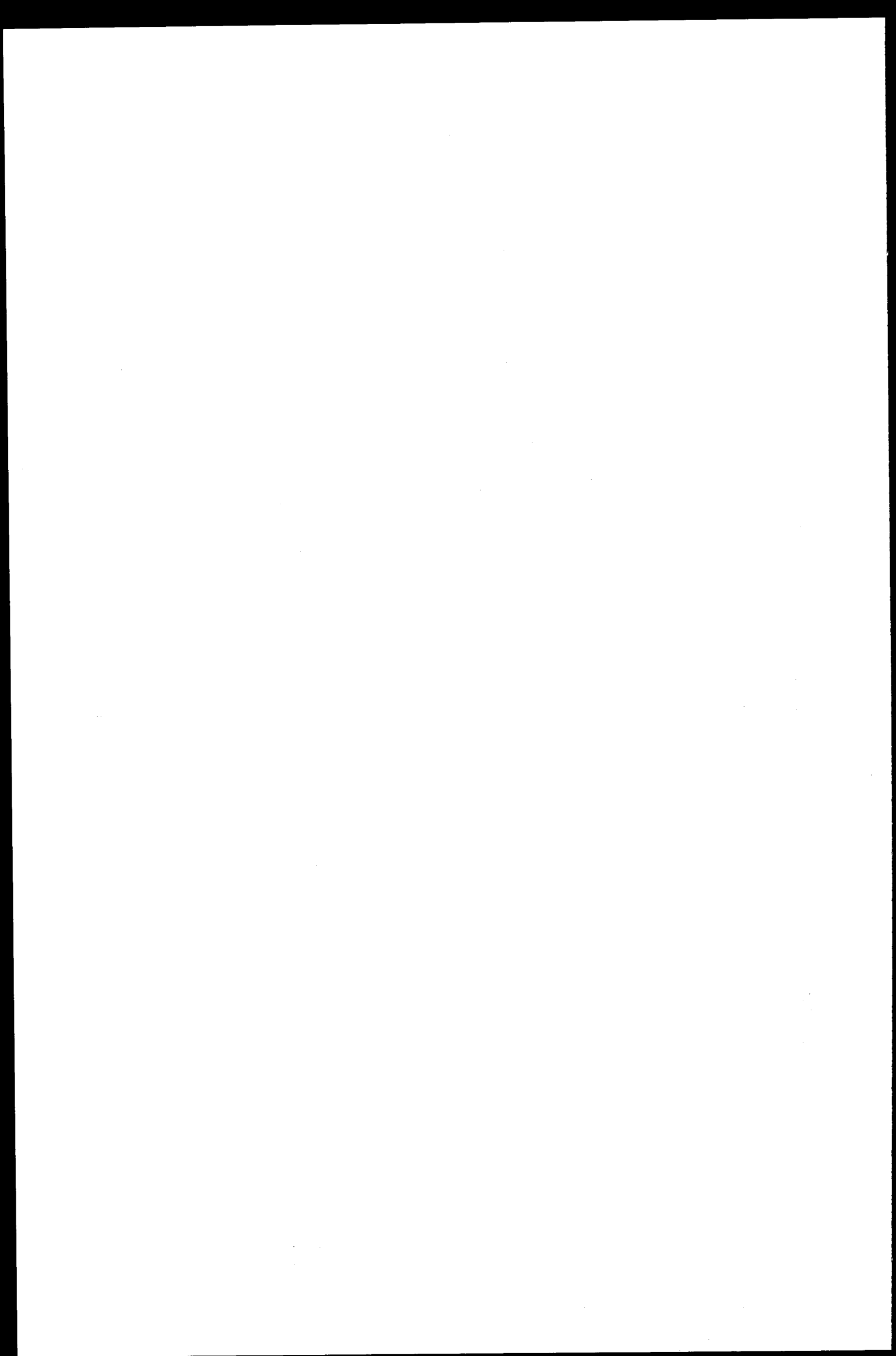
M 08	TMS(I)	HOK(I)
	0.8	40.0
	0.3	26.42
	0.4	20.0
	0.5	16.43
	0.6	14.28
	0.7	12.66
	0.8	11.43
	0.9	10.72
	1.0	10.00

M 09	CWW(I)	RO(I) (m)
	0.48	$0.25 \cdot 10^{-3}$
	0.48	$0.5 \cdot 10^{-3}$
	0.48	$1.0 \cdot 10^{-3}$

M 10	RG	=	$0.5 \cdot 10^{-3}$	m
	TG	=	11.0	° C
	RØG	=	1000.0	kg/m ³

M 11	TSP(1)	$0.27777 \cdot 10^{-2}$
	TSP(2)	$0.55555 \cdot 10^{-2}$

M 12	GN(I, K)	$2.1 \cdot 10^{11}$
	GN(I, K)	$8.6 \cdot 10^{10}$



ANNESSO 1

CODICE SPRAY CC

```

0001 COMMON/PROP/TSAT(150),PSAT(150),RHOG(150),HLG(150),NTAB,TMS(10),HD
      1K(10),NTT
0002 REAL MCOND,MDEP
0003 DIMENSION GMAS(3000,3),GTEMP(3000,3),GS(3000,3),T(20),TSP(5),GN(5,
      13),TX(20),CWW(10),RO(10),KT(3),RG(3)
0004 COMMON/GOC/GMAS,GTEMP,GS,NFR,DT,HC,TSP,GN,NSPR,NTG,IT,TCOR,HCOND,H
      1CONV,ROG,COST2,COST1,PVAP,WK,CP,RHO,KT
0005 READ (5,1000) NSTP,DTAU,HC,FIC
0006 READ (5,1000) NTEMP
0007 READ (5,2000) (T(I),I=1,NTEMP)
0008 READ (5,2000) (TX(I),I=1,NTEMP)
0009 READ (5,1000) NTAB,VCO,RHOA,PC,TC
0010 READ (5,3000) (TSAT(I),PSAT(I),RHOG(I),HLG(I),I=1,NTAB)
0011 READ (5,1100) NSPR,NTG,NFR,NTT,MTT
0012 READ (5,5000) (TMS(I),HDK(I),I=1,NTT)
0013 NTOT=NFR*NSTP+1
0014 READ(5,5000) (CWW(I),RO(I),I=1,MTT)
0015 DO 1 K=1,NTG
0016 READ (5,2000) RG(K),TG,ROG
0017 CALL PARAB (RO,CWW,MTT,RG(K),CW)
0018 GMAS(1,K)=4.188787*ROG*RG(K)+*3
0019 GTEMP(1,K)=TG
0020 GS(1,K)=0.0
0021 DO 11 I=2,NTOT
0022 GMAS(I,K)=GMAS(I-1,K)
0023 GTEMP(I,K)=GTEMP(I-1,K)
0024 11 GS(I,K)=GS(I-1,K)
0025 KT(K)=1
0026 1 CONTINUE
0027 CALL PARAB (TSAT,PSAT,NTAB,TC,PV)
0028 PVAP=FIC*PV
0029 CP=0.241
0030 AMAS=RHOA*VCO
0031 COST1=12.56636/3.0*ROG
0032 COST2=SQRT(2.666666*ROG*1.271376E+8/CW/RHOA)
0033 READ (5,2000) (TSP(I),I=1,NSPR)
0034 READ (5,2000) ((GN(I,K),I=1,NSPR),K=1,NTG)
0035 DT=DTAU/NFR
0036 LINES=0
0037 TCOR=0.0
0038 QCUND=0.0
0039 QDEP=0.0
0040 MCOND=0.0
0041 MDEP=0.0
0042 IT=1
0043 IST=1
0044 WRITE(6,1001) NSTP,DTAU,HC,FIC
0045 WRITE(6,1002) NTAB,VCO,RHOA,PC,TC
0046 WRITE (6,2004) TG,ROG
0047 WRITE (6,2007) (RG(K),K=1,NTG)
0048 WRITE(6,1101) NSPR,NTG,NFR,NTT,MTT
0049 WRITE (6,2006) MTT
0050 WRITE (6,5005) (CWW(I),RO(I),I=1,MTT)

```

```

0051 WRITE (6,2005) NTEMP
0052 WRITE (6,2003) (T(I),TX(I),I=1,NTEMP)
0053 WRITE (6,2009) NSPR
0054 WRITE (6,2008)
0055 DO 333 I=1,NSPR
0056 333 WRITE (6,8000) TSP(I),(GN(I,K),K=1,NTG)
0057 WRITE (6,2001) NTT
0058 WRITE (6,5001) (TMS(I),HDK(I),I=1,NTT)
0059 WRITE (6,1003)
0060 WRITE (6,1004) (TSAT(I),PSAT(I),RHOG(I),HLG(I),I=1,NTAB)
0061 100 CONTINUE
0062 DO 2 I=2,NTEMP
0063 IF (TCOR.LE.TX(I)) GO TO 3
0064 2 CONTINUE
0065 3 CONTINUE
0066 TC=T(I-1)+(TCOR-TX(I-1))*(T(I)-T(I-1))/(TX(I)-TX(I-1))
0067 CALL PARAB (TSAT,PSAT,NTAB,TC,PV)
0068 VMAS=PV*VCO*18.016/((TC+273.16)*8.48048E-2)
0069 VMAS=FIC*VMAS
0070 PVAP=FIC*PV
0071 RHO=(AMAS+VMAS)/VCO
0072 CALL GINT(TC,DQC,DQD,DMC,DMD)
0073 QCOND=QCOND+DQC
0074 QDEP=QDEP+DQD
0075 MCOND=MCOND+DMC
0076 MDEP=MDEP+DMD
0077 TCORX=TCOR/2.77777E-4
0078 IF (LINES.EQ.0) WRITE (6,93)
0079 LINES=LINES+1
0080 IF (LINES.LT.50) GO TO 2102
0081 LINES=0
0082 2102 CONTINUE
0083 WRITE (6,4000) TCORX,TC,DQC,DQD,DMC,DMD,QCOND,QDEP,MCOND,MDEP
0084 IST=IST+1
0085 TCOR=TCOR+DTAU
0086 IF (IST.LE.NSTP) GO TO 100
0087 STOP
0088 1000 FORMAT (I10,6E10.0)
0089 2000 FORMAT (7E10.0)
0090 3000 FORMAT (4E12.0)
0091 1100 FORMAT (7I10)
0092 5000 FORMAT (2E12.0)
0093 1001 FORMAT (////1H0,' NSTP',16X,'DTAU',16X,'HC',18X,'FIC',/(16,3(5X,
1E16.6)))
0094 1002 FORMAT (////1H0,' NTAB',16X,'VCO',17X,'RHOA',16X,'PC',18X,'TC',/
1(16,4(5X,E16.6)))
0095 1101 FORMAT (////1H0,' NSPR',16X,'NTG',17X,'NFR',17X,'NTT',17X,'NTT',/
2/1H0,(5(14,16X)))
0096 1003 FORMAT (1H1,5X,' PHYSICAL PROPERTIES OF AIR, WATER, AND STEAM'///3X
1,' SPECIFIC HEAT OF AIR AT CONSTANT VOLUME',F10.5,3X,' KCAL/KG*C'///)
0097 1004 FORMAT (1H0,4X,' SATURATION',6X,' SATURATION',5X,' SPECIFIC HEAT',5X,
1,' DENSITY OF',75X,' TEMPERATURE',6X,' PRESSURE',6X,' OF EVAPORATION',6X,
2,' VAPOUR',9X,' (C)',9X,' (KG/CM**2)',7X,' (KCAL/KG)',7X,' (KG/M**3)'//)

```



```

0098      3(5X,F9.4,7X,F9.4,8X,F9.5,7X,F9.5))
0099 2003 FORMAT (/1H0,' T(I)(C)',13X,'TX(I)(HR)',//2(E16.6,4X))
0100 2005 FORMAT (1H1,/1H0,' NTEMP =',I6)
0101 2004 FORMAT (////1H0,' TG',18X,'RUG',//2(E14.6,5X))
0102 2007 FORMAT (////1H0,' RG(1)',15X,'RG(2)',15X,'RG(3)',//3(E14.6,5X))
0103 2008 FORMAT (/1H0,' TSP(I)(HR)',10X,'GN(I,1)',13X,'GN(I,2)',13X,'GN(I,
0104      2,3)',//)
0103 8000 FORMAT (4(E16.6,4X))
0104 2009 FORMAT (1H1,/1H0,' NSPR =',I6)
0105 5005 FORMAT (/1H0,' CWN(I)',14X,'RO(I)(M)',//2(E16.6,4X))
0106 2006 FORMAT (1H1,/1H0,' MIT =',I6)
0107 2001 FORMAT (1H1,/1H0,' NTT =',I6)
0108 5001 FORMAT (/1H0,' TMS(I)',14X,'HDK(I)',//2(E16.6,4X))
0109 93 FORMAT (1H1,1X,130(1H*)//3X,'TCORX',8X,'TC',11X,'DQC',10X,'DQD',10
1X,'DMC',10X,'DMD',10X,'QCOND',8X,'QDEP',9X,'MCOND',8X,'MDEP'//3X,'
2(SEC)',8X,'(C)',8X,'(KCAL)',7X,'(KCAL)',8X,'(KG)',9X,'(KG)',8X,'(K
3CAL)',7X,'(KCAL)',8X,'(KG)',9X,'(KG)'//2X,130(1H*)//)
0110 4000 FORMAT (1X,10E13.5)
0111      END

```

```

0001 SUBROUTINE GINT(TC,DQC,DQD,DMC,DMD)
0002 COMMON/PROP/TSAT(150),PSAT(150),RHOG(150),HLG(150),NTAB,TMS(10),HD
      1K(10),NTT
0003 REAL KO,MU,NI
0004 COMMON/GOC/GMAS(3000,3),GTEMP(3000,3),GS(3000,3),NFR,DT,HC,TSP(5),
      1GN(5,3),NSPR,NTG,IT,TCOR,HCOND,HCONV,ROG,COST2,COST1,PVAP,WK,CP,R
      2HO,KT(3)
0005 TJ=TCOR
0006 DQC=0.0
0007 DQD=0.0
0008 DMC=0.0
0009 DMD=0.0
0010 CALL PARAB (PSAT,TSAT,NTAB,PVAP,GTSAT)
0011 CALL PARAB (TSAT,HLG,NTAB,GTSAT,HG)
0012 KO=0.02*(1.0+0.3E-2*TC)/3600
0013 MU=1.712*(1.0+0.0008*TC)**2*SQRT(1.0+0.003665*TC)*1.0E-6
0014 PR=CP*MU*9.8/KO
0015 NI=MU*9.8/RHO
0016 CALL PARAB(TSAT,HLG,NTAB,GTSAT,HG)
0017 IF(TCOR.GT.TSP(NSPR)) GO TO 200
0018 NUP=IT+NFR-1
0019 DO 10 J=IT,NUP
0020 DO 2 I=1,NSPR
0021 IF(TJ.LE.TSP(I)) GO TO 8
0022 2 CONTINUE
0023 GO TO 200
0024 8 DO 5 K=1,NTG
0025 IF (GN(I,K).EQ.0.0) GO TO 5
0026 DO 4 M=J,NUP
0027 DUM=(GMAS(J,K)/COST1)**0.666666
0028 D=2*SQRT(DUM)
0029 RG=D/2
0030 VEL=COST2*RG**0.5
0031 RE=VEL*D/NI/3600
0032 HCONV=KO*(2.+0.6*(SQRT(RE))*(PR**0.333))/D*3600
0033 DUM1=DUM**0.25
0034 S=12.56636*DUM
0035 TMSS=GTEMP(J,K)/GTSAT
0036 CALL PARAB (TMS,HDK,NTT,TMSS,GHDK)
0037 WK=0.48*(1+0.003*GTEMP(J,K))
0038 HCOND=WK*GHDK/D
0039 COST=12.56636/HG*HCOND
0040 DUM=COST*(GTSAT-GTEMP(J,K))*DUM*DT
0041 GS(J,K)=GS(J,K)+COST2*DUM1*DT
0042 QR=DUM*(HG+GTSAT)+HCONV*S*(TC-GTEMP(J,K))*DT
0043 GTEMP(J,K)=(QR+GMAS(J,K)*GTEMP(J,K))/(GMAS(J,K)+DUM)
0044 GMAS(J,K)=GMAS(J,K)+DUM
0045 DQC=DQC+QR*GN(I,K)*DT
0046 DMC=DMC+DUM*GN(I,K)*DT
0047 4 CONTINUE
0048 5 CONTINUE
0049 TJ=TJ+DT
0050 10 CONTINUE

```

```

0051      200 CONTINUE
0052          IF (IT.EQ.1) GO TO 300
0053          DO 150 K=1,NTG
0054              JT=KT(K)
0055              TJ=TCOR-(IT-JT)*DT
0056              ITM=IT-1
0057              DO 20 J=JT,ITM
0058                  DO 12 I=1,NSPR
0059                      IF (TJ.LE.TSP(I)) GO TO 18
0060          12 CONTINUE
0061              GO TO 300
0062          18 CONTINUE
0063              IF (GN (I,K).EQ.0.0) GO TO 15
0064              DO 14 M=1,NFR
0065                  DUM=(GMAS(J,K)/COST1)**0.666666
0066                  D=2*SQRT(DUM)
0067                  RG=D/2
0068                  VEL=COST2*RG**0.5
0069                  RE=VEL*D/NI/3600
0070                  HCONV=KO*(2.+0.6*(SQRT(RE))*(PR**0.333))/D*3600
0071                  DUM1=DUM**0.25
0072                  S=12.56636*DUM
0073                  TMSS=GTEMP(J,K)/GTSAT
0074                  CALL PARAB (TMS,HDK,NTT,TMSS,GHDK)
0075                  WK=0.48*(1+0.003*GTEMP(J,K))
0076                  HCOND=WK*GHDK/D
0077                  COST=12.56636/HG*HCOND
0078                  DUM=COST*(GTSAT-GTEMP(J,K))*DUM*DT
0079                  GS(J,K)=GS(J,K)+COST2*DUM1*DT
0080                  IF (GS(J,K).GE.HC) GO TO 250
0081                  QR=DUM*(HG+GTSAT)+HCONV*S*(TC-GTEMP(J,K))*DT
0082                  GTEMP(J,K)=(QR+GMAS(J,K)*GTEMP(J,K))/(GMAS(J,K)+DUM)
0083                  GMAS(J,K)=GMAS(J,K)+DUM
0084                  DQC=DQC+QR*GN(I,K)*DT
0085                  DMC=DMC+DUM*GN(I,K)*DT
0086          14 CONTINUE
0087          15 CONTINUE
0088              TJ=TJ+DT
0089              GO TO 20
0090          250 CONTINUE
0091              KT(K)=KT(K)+1
0092              DMD=DMD+GMAS(J,K)*GN(I,K)*DT
0093              DQD=DQD+GMAS(J,K)*GTEMP(J,K)*GN(I,K)*DT
0094          20 CONTINUE
0095          150 CONTINUE
0096          300 IT=IT+NFR
0097              RETURN
0098              END

```

```

0001 SUBROUTINE PARAB(EPS,QRZ,NN,ARG,PARB)
0002 DIMENSION EPS(NN),QRZ(NN)
0003 IF(ARG-EPS(NN)) 206,726,230
0004 206 IF(ARG-EPS(NN-1)) 209,230,230
0005 209 IF(ARG-EPS(3)) 211,211,217
0006 211 T1=EPS(1)
0007 T2=EPS(2)
0008 T3=EPS(3)
0009 FT1=QRZ(1)
0010 FT2=QRZ(2)
0011 FT3=QRZ(3)
0012 GO TO 600
0013 217 DO 222 I=4,NN
0014 IF(ARG-EPS(I)) 227,725,222
0015 222 CONTINUE
0016 227 EPT=(EPS(I-1)+EPS(I))/2.0
0017 IF(ARG-EPT) 219,219,225
0018 219 T1=EPS(I-2)
0019 T2=EPS(I-1)
0020 1 T3=EPS(I)
0021 FT1=QRZ(I-2)
0022 FT2=QRZ(I-1)
0023 FT3=QRZ(I)
0024 GO TO 600
0025 225 T1=EPS(I-1)
0026 T2=EPS(I)
0027 T3=EPS(I+1)
0028 FT1=QRZ(I-1)
0029 FT2=QRZ(I)
0030 FT3=QRZ(I+1)
0031 600 AY=(FT2-FT1)/(T2-T1)
0032 BY=(FT3-FT2)/(T3-T2)
0033 C=T3-T1
0034 D=(BY-AY)/C
0035 E=ARG-T2
0036 G=(D*E)+AY
0037 PARB=(ARG-T1)*G+FT1
0038 GO TO 2223
0039 726 I=NN
0040 725 PARB=QRZ(I)
0041 GO TO 2223
0042 230 T1=EPS(NN-2)
0043 T2=EPS(NN-1)
0044 T3=EPS(NN)
0045 FT1=QRZ(NN-2)
0046 FT2=QRZ(NN-1)
0047 FT3=QRZ(NN)
0048 GO TO 600
0049 2223 RETURN
0050 END

```

NSTP	DTAU	HC	FIC
1000	0.555555E-05	0.100000E 02	0.700000E 00

NTAB	VCO	RHOA	PC	TC
140	0.120000E 02	0.129200E 01	0.100000E 01	0.500000E 02

TG	ROG
0.200000E 02	0.100000E 04

RG(1)	RG(2)	RG(3)
0.100000E-02		

NSPR	NTG	NFR	NTT	MTT
2	1	1	9	3

MTT = 3

CW(I)

0.480000E 00
0.480000E 00
0.480000E 00

RO(I)(M)

0.250000E-03
0.500000E-03
0.100000E-02

NTEMP = 2

T(I)(C)

0.500000E 02
0.160000E 03

TX(I)(HR)

0.0
0.555556E-02

NTT = 9

TMS(I)

0.200000E 00
0.300000E 00
0.400000E 00
0.500000E 00
0.600000E 00
0.700000E 00
0.800000E 00
0.900000E 00
0.100000E 01

HDK(I)

0.400000E 02
0.264200E 02
0.200000E 02
0.164300E 02
0.142800E 02
0.128600E 02
0.114300E 02
0.107200E 02
0.100000E 02

NSPR = 2

TSP(I)(HR)

0.277770E-02
0.555556E-02

GN(I,1)

0.262000E 10
0.262000E 10

GN(I,2)

GN(I,3)

PHISICAL PROPERTIES OF AIR, WATER, AND STEAM

SPECIFIC HEAT OF AIR AT CONSTANT VOLUME

SATURATION TEMPERATURE (C)	SATURATION PRESSURE (KG/CM**2)	SPECIFIC HEAT OF EVAPORATION (KCAL/KG)	DENSITY OF VAPOUR (KG/M**3)
10.0000	0.0125	0.00940	591.59985
12.0000	0.0143	0.01066	590.50000
15.0000	0.0174	0.01283	588.79980
18.0000	0.0210	0.01537	587.09985
20.0000	0.0238	0.01729	586.00000
21.0000	0.0253	0.01833	585.50000
22.0000	0.0269	0.01942	584.89990
23.0000	0.0286	0.02056	584.29980
24.0000	0.0304	0.02177	583.79980
25.0000	0.0323	0.02304	583.19995
26.0000	0.0343	0.02436	582.59985
27.0000	0.0363	0.02576	582.09985
28.0000	0.0385	0.02722	581.50000
29.0000	0.0408	0.02875	580.89990
30.0000	0.0432	0.03036	580.39990
31.0000	0.0458	0.03204	579.79980
32.0000	0.0485	0.03381	579.19995
33.0000	0.0513	0.03565	578.69995
34.0000	0.0542	0.03757	578.09985
35.0000	0.0573	0.03960	577.50000
36.0000	0.0606	0.04170	577.00000
37.0000	0.0640	0.04391	576.39990
38.0000	0.0675	0.04622	575.79980
39.0000	0.0713	0.04863	575.19995
40.0000	0.0752	0.05113	574.69995
41.0000	0.0793	0.05376	574.09985
42.0000	0.0836	0.05650	573.50000
43.0000	0.0881	0.05935	573.00000
44.0000	0.0928	0.06233	572.39990
45.0000	0.0977	0.06544	571.79980
46.0000	0.1028	0.06866	571.19995
47.0000	0.1082	0.07203	570.69995
48.0000	0.1138	0.07554	570.09985
49.0000	0.1197	0.07918	569.50000
50.0000	0.1258	0.08298	569.00000
51.0000	0.1321	0.08693	568.39990
52.0000	0.1388	0.09104	567.89990
53.0000	0.1457	0.09530	567.29980
54.0000	0.1530	0.09974	566.69995
55.0000	0.1605	0.10440	566.09985
56.0000	0.1683	0.10910	565.50000
57.0000	0.1765	0.11410	565.00000
58.0000	0.1850	0.11930	564.39990
59.0000	0.1939	0.12460	563.79980
60.0000	0.2031	0.13020	563.19995
61.0000	0.2127	0.13590	562.59985
62.0000	0.2227	0.14190	562.00000
63.0000	0.2330	0.14810	561.39990
64.0000	0.2438	0.15450	560.79980
65.0000	0.2550	0.16120	560.19995
66.0000	0.2666	0.16800	559.69995
67.0000	0.2787	0.17520	559.09985

68.0000	0.2913	0.18260	558.50000
69.0000	0.3043	0.19020	557.89990
70.0000	0.3178	0.19810	557.29980
71.0000	0.3318	0.20630	556.69995
72.0000	0.3463	0.21470	556.09985
73.0000	0.3613	0.22350	555.50000
74.0000	0.3769	0.23250	554.89990
75.0000	0.3931	0.24180	554.29980
76.0000	0.4098	0.25150	553.69995
77.0000	0.4272	0.26140	553.09985
78.0000	0.4451	0.27170	552.50000
79.0000	0.4637	0.28230	551.89990
80.0000	0.4829	0.29330	551.19995
81.0000	0.5028	0.30460	550.50000
82.0000	0.5234	0.31620	549.89990
83.0000	0.5447	0.32830	549.29980
84.0000	0.5667	0.34070	548.69995
85.0000	0.5894	0.35350	548.09985
86.0000	0.6129	0.36660	547.50000
87.0000	0.6372	0.38020	546.89990
88.0000	0.6623	0.39420	546.29980
89.0000	0.6882	0.40860	545.59985
90.0000	0.7149	0.42350	545.00000
91.0000	0.7425	0.43880	544.39990
92.0000	0.7710	0.45450	543.79980
93.0000	0.8004	0.47070	543.19995
94.0000	0.8307	0.48740	542.50000
95.0000	0.8619	0.50450	541.89990
96.0000	0.8942	0.52220	541.29980
97.0000	0.9274	0.54030	540.69995
98.0000	0.9616	0.55890	540.00000
99.0000	0.9969	0.57810	539.39990
100.0000	1.0332	0.59770	538.79980
101.0000	1.0707	0.61810	538.00000
102.0000	1.1092	0.63880	537.39990
103.0000	1.1489	0.66020	536.79980
104.0000	1.1898	0.68220	536.09985
105.0000	1.2318	0.70470	535.50000
106.0000	1.2751	0.72780	534.89990
107.0000	1.3196	0.75160	534.19995
108.0000	1.3654	0.77600	533.59985
109.0000	1.4125	0.80100	532.89990
110.0000	1.4609	0.82640	532.29980
111.0000	1.5106	0.85300	531.59985
112.0000	1.5618	0.88000	530.89990
113.0000	1.6144	0.90770	530.29980
114.0000	1.6684	0.93610	529.59985
115.0000	1.7239	0.96520	529.00000
116.0000	1.7809	0.99510	528.29980
117.0000	1.8394	1.02600	527.69995
118.0000	1.8995	1.05700	527.00000
119.0000	1.9612	1.08900	526.29980
120.0000	2.0245	1.12200	525.59985
121.0000	2.0895	1.15600	524.89990
122.0000	2.1561	1.19000	524.29980
123.0000	2.2245	1.22500	523.59985
124.0000	2.2947	1.26200	523.00000
125.0000	2.3666	1.29900	522.29980
126.0000	2.4404	1.33700	521.50000
127.0000	2.5160	1.37500	520.89990
128.0000	2.5935	1.41500	520.19995

129.0000	2.6730	1.45600	519.50000
130.0000	2.7544	1.49700	518.89990
131.0000	2.8378	1.54000	518.09985
132.0000	2.9233	1.58300	517.39990
133.0000	3.0110	1.62800	516.69995
134.0000	3.1000	1.67300	516.09985
135.0000	3.1920	1.71900	515.39990
137.2000	3.4000	1.81980	515.19995
139.2000	3.6000	1.92010	513.79980
141.1000	3.8000	2.01970	512.39990
142.9000	4.0000	2.11950	511.09985
147.2000	4.5000	2.36740	508.00000
151.1000	5.0000	2.61430	505.19995
154.7000	5.5000	2.85950	502.50000
158.1000	6.0000	3.10360	499.91992
161.2000	6.5000	3.34780	497.51978
164.2000	7.0000	3.59060	495.21997
167.0000	7.5000	3.83288	493.00000
169.6000	8.0000	4.07497	490.89990
172.1000	8.5000	4.31592	488.79980
174.5000	9.0000	4.55580	486.79980
176.8000	9.5000	4.79616	484.89990
179.0000	10.0000	5.03778	483.09985
183.2000	11.0000	5.51571	479.50000
187.1000	12.0000	5.99520	476.09985
194.1000	14.0000	6.95410	469.69995
204.0000	16.0000	7.91140	463.79980

 TCORX TC DQC DQD DMC DMD QCCND QDEP MCGND MCER
 (SEC) (C) (KCAL) (KCAL) (KG) (KG) (KCAL) (KCAL) (KG) (KG)

0.10000E 01	0.55500E 02	0.19419E 01	0.0	0.28475E-02	0.0	0.65607E 02	0.0	0.57538E-01	0.0
0.10200E 01	0.55610E 02	0.19599E 01	0.0	0.28721E-02	0.0	0.67566E 02	0.0	0.10041E 00	0.0
0.10400E 01	0.55720E 02	0.19777E 01	0.0	0.28965E-02	0.0	0.69544E 02	0.0	0.10331E 00	0.0
0.10600E 01	0.55830E 02	0.19953E 01	0.0	0.29206E-02	0.0	0.71539E 02	0.0	0.10623E 00	0.0
0.10800E 01	0.55940E 02	0.20128E 01	0.0	0.29445E-02	0.0	0.73552E 02	0.0	0.10917E 00	0.0
0.11000E 01	0.56050E 02	0.20301E 01	0.0	0.29682E-02	0.0	0.75582E 02	0.0	0.11214E 00	0.0
0.11200E 01	0.56160E 02	0.20473E 01	0.0	0.29916E-02	0.0	0.77630E 02	0.0	0.11513E 00	0.0
0.11400E 01	0.56270E 02	0.20644E 01	0.0	0.30148E-02	0.0	0.79694E 02	0.0	0.11815E 00	0.0
0.11600E 01	0.56380E 02	0.20813E 01	0.0	0.30378E-02	0.0	0.81775E 02	0.0	0.12118E 00	0.0
0.11800E 01	0.56490E 02	0.20982E 01	0.0	0.30606E-02	0.0	0.83874E 02	0.0	0.12424E 00	0.0
0.12000E 01	0.56600E 02	0.21147E 01	0.0	0.30830E-02	0.0	0.85988E 02	0.0	0.12733E 00	0.0
0.12200E 01	0.56710E 02	0.21313E 01	0.0	0.31055E-02	0.0	0.88117E 02	0.0	0.13043E 00	0.0
0.12400E 01	0.56820E 02	0.21478E 01	0.0	0.31277E-02	0.0	0.90267E 02	0.0	0.13356E 00	0.0
0.12600E 01	0.56930E 02	0.21641E 01	0.0	0.31495E-02	0.0	0.92431E 02	0.0	0.13671E 00	0.0
0.12800E 01	0.57040E 02	0.21804E 01	0.0	0.31715E-02	0.0	0.94612E 02	0.0	0.13988E 00	0.0
0.13000E 01	0.57150E 02	0.21967E 01	0.0	0.31934E-02	0.0	0.96809E 02	0.0	0.14308E 00	0.0
0.13200E 01	0.57260E 02	0.22128E 01	0.0	0.32151E-02	0.0	0.99021E 02	0.0	0.14629E 00	0.0
0.13400E 01	0.57370E 02	0.22289E 01	0.0	0.32368E-02	0.0	0.10125E 03	0.0	0.14953E 00	0.0
0.13600E 01	0.57480E 02	0.22448E 01	0.0	0.32581E-02	0.0	0.10350E 03	0.0	0.15279E 00	0.0
0.13800E 01	0.57590E 02	0.22607E 01	0.0	0.32794E-02	0.0	0.10576E 03	0.0	0.15606E 00	0.0
0.14000E 01	0.57700E 02	0.22764E 01	0.0	0.33005E-02	0.0	0.10803E 03	0.0	0.15937E 00	0.0
0.14200E 01	0.57810E 02	0.22921E 01	0.0	0.33215E-02	0.0	0.11032E 03	0.0	0.16269E 00	0.0
0.14400E 01	0.57920E 02	0.23077E 01	0.0	0.33415E-02	0.0	0.11263E 03	0.0	0.16603E 00	0.0
0.14600E 01	0.58030E 02	0.23228E 01	0.0	0.33625E-02	0.0	0.11495E 03	0.0	0.16939E 00	0.0
0.14800E 01	0.58140E 02	0.23384E 01	0.0	0.33834E-02	0.0	0.11729E 03	0.0	0.17277E 00	0.0
0.15000E 01	0.58250E 02	0.23540E 01	0.0	0.34042E-02	0.0	0.11965E 03	0.0	0.17618E 00	0.0
0.15200E 01	0.58360E 02	0.23699E 01	0.312225E 01	0.34128E-02	0.63696E-01	0.12201E 03	0.312225E 01	0.17959E 00	0.63696E-01
0.15400E 01	0.58470E 02	0.23875E 01	0.31296E 01	0.34240E-02	0.63707E-01	0.12431E 03	0.62521E 01	0.18301E 00	0.12740E 00
0.15600E 01	0.58580E 02	0.23750E 01	0.31368E 01	0.34351E-02	0.63718E-01	0.12675E 03	0.93889E 01	0.18645E 00	0.15112E 00
0.15800E 01	0.58690E 02	0.23825E 01	0.31439E 01	0.34461E-02	0.63728E-01	0.12913E 03	0.12533E 02	0.18990E 00	0.23485E 00
0.16000E 01	0.58800E 02	0.23900E 01	0.31511E 01	0.34571E-02	0.63739E-01	0.13152E 03	0.15684E 02	0.19335E 00	0.31859E 00
0.16200E 01	0.58910E 02	0.23974E 01	0.31582E 01	0.34681E-02	0.63750E-01	0.13392E 03	0.18842E 02	0.19682E 00	0.38234E 00
0.16400E 01	0.59020E 02	0.24047E 01	0.31654E 01	0.34787E-02	0.63760E-01	0.13632E 03	0.22008E 02	0.20030E 00	0.44610E 00
0.16600E 01	0.59130E 02	0.24121E 01	0.31726E 01	0.34896E-02	0.63771E-01	0.13874E 03	0.25180E 02	0.20379E 00	0.50987E 00
0.16800E 01	0.59240E 02	0.24196E 01	0.31797E 01	0.35006E-02	0.63782E-01	0.14116E 03	0.28360E 02	0.20729E 00	0.57365E 00
0.17000E 01	0.59350E 02	0.24270E 01	0.31869E 01	0.35115E-02	0.63792E-01	0.14358E 03	0.31547E 02	0.21080E 00	0.63744E 00
0.17200E 01	0.59460E 02	0.24344E 01	0.31941E 01	0.35224E-02	0.63803E-01	0.14602E 03	0.34741E 02	0.21432E 00	0.70125E 00
0.17400E 01	0.59570E 02	0.24416E 01	0.32013E 01	0.35330E-02	0.63814E-01	0.14846E 03	0.37942E 02	0.21786E 00	0.76506E 00
0.17600E 01	0.59680E 02	0.24491E 01	0.32084E 01	0.35440E-02	0.63824E-01	0.15091E 03	0.41150E 02	0.22140E 00	0.82888E 00
0.17800E 01	0.59790E 02	0.24565E 01	0.32156E 01	0.35550E-02	0.63835E-01	0.15336E 03	0.44366E 02	0.22496E 00	0.89272E 00
0.18000E 01	0.59900E 02	0.24640E 01	0.32228E 01	0.35661E-02	0.63846E-01	0.15583E 03	0.47589E 02	0.22852E 00	0.95656E 00
0.18200E 01	0.60010E 02	0.24715E 01	0.32299E 01	0.35772E-02	0.63856E-01	0.15830E 03	0.50819E 02	0.23210E 00	0.10204E 01
0.18400E 01	0.60120E 02	0.24789E 01	0.32371E 01	0.35881E-02	0.63867E-01	0.16078E 03	0.54056E 02	0.23569E 00	0.10843E 01
0.18600E 01	0.60230E 02	0.24864E 01	0.32443E 01	0.35992E-02	0.63878E-01	0.16326E 03	0.57300E 02	0.23929E 00	0.11482E 01
0.18800E 01	0.60340E 02	0.24939E 01	0.32515E 01	0.36103E-02	0.63888E-01	0.16575E 03	0.60552E 02	0.24290E 00	0.12121E 01
0.19000E 01	0.60450E 02	0.25014E 01	0.32587E 01	0.36214E-02	0.63899E-01	0.16825E 03	0.63810E 02	0.24652E 00	0.12760E 01
0.19200E 01	0.60560E 02	0.25089E 01	0.32659E 01	0.36324E-02	0.63910E-01	0.17077E 03	0.67076E 02	0.25015E 00	0.13399E 01
0.19400E 01	0.60670E 02	0.25164E 01	0.32731E 01	0.36437E-02	0.63920E-01	0.17329E 03	0.70349E 02	0.25379E 00	0.14038E 01
0.19600E 01	0.60780E 02	0.25240E 01	0.32803E 01	0.36548E-02	0.63931E-01	0.17581E 03	0.73630E 02	0.25745E 00	0.14677E 01
0.19800E 01	0.60890E 02	0.25315E 01	0.32875E 01	0.36659E-02	0.63942E-01	0.17834E 03	0.76917E 02	0.26111E 00	0.15317E 01

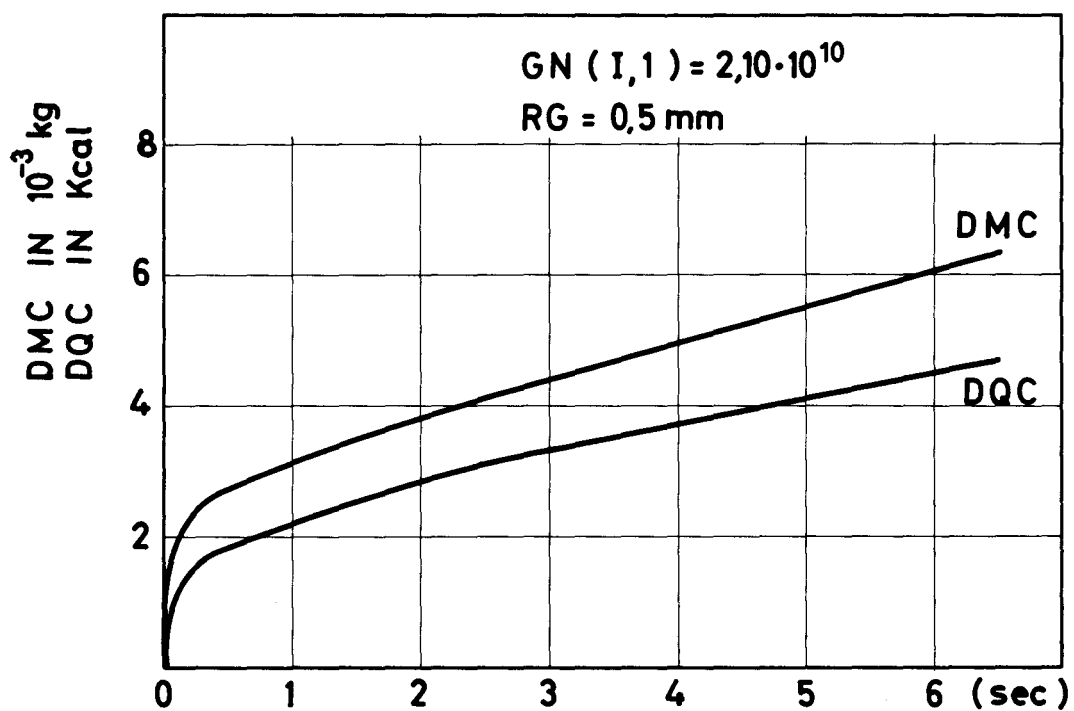
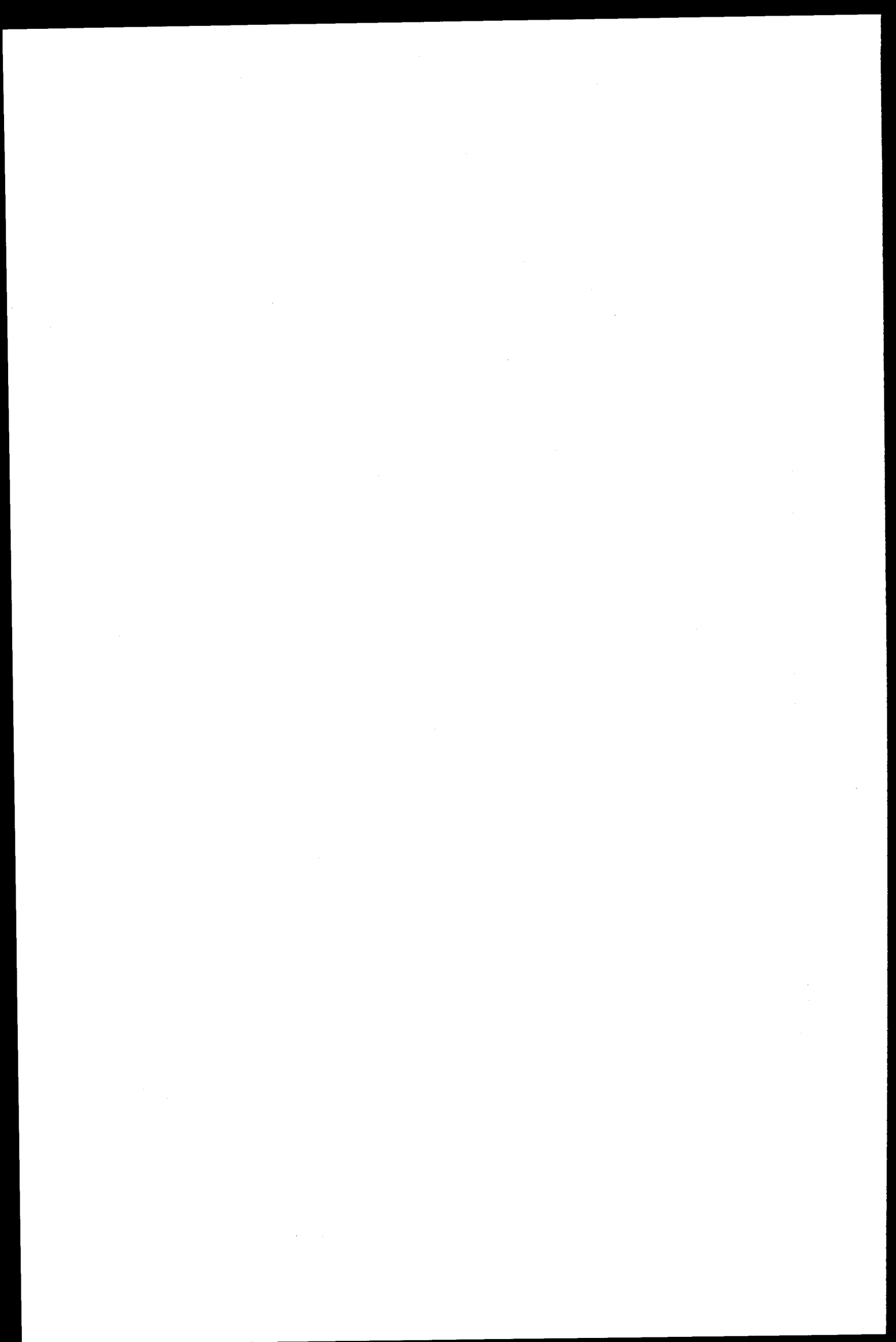


FIG.1 - CALORE E MASSA ASPORTATI IN UN "TIME STEP" IN FUNZIONE DEL TEMPO CODICE SPRAY C.C.



ANNESSO 2

CODICE SPRAY CM

```

C TEST MAIN PROGRAM
C *****
C * * PROBLEM DATA * *
C *****
C NSTP =MAXIMUM NUMBER OF TIME STEP
C DTAU =TIME STEP VALUE (HR)
C HC =HEIGHT OF CONTAINER (M)
C FIC =HYGROMETRIC DEGREE
C NTEMP=NUMBER OF TEMPERATURE
C T(I) =VALUES OF TEMPERATURE (C)
C TX(I)=CORRISPONDING TIME (HR)
C VCO =VOLUME OF CONTAINER (M**3)
C PC =INITIAL PRESSURE OF CONTAINER (KG/CM**2)
C TC =INITIAL TEMPERATURE OF CONTAINER (C)
C TSAT =TEMPERATURE OF SATURATIONE
C PSAT =PRESSURE OF SATURATIONE
C NSPR =NUMBER OF GAPS OF SPRAY
C HLG =DENSITY OF VAPOUR
C NTG =NUMBER OF TYPES OF DROPS
C RHOA =SPECIFIC HEAT OF EVAPORATION
C NFR =NUMBER OF GAPS DT IN THE TIME-STEP DTAU
C RO =INITIAL RAY OF TYPES OF DROPS
C CWW =COEFFICIENT OF RESISTANCE
C GN(I,K)=NUMBER OF DROPS INLETING IN THE SAME GAPS OF SPRAY
C TSP(I)=SUPERIOR EXTREME OF GAPS OF SPRAY (HR)
C *****
    
```

```

0001 COMMON/PROP/TSAT(150),PSAT(150),RHOG(150),HLG(150),NTAB
0002 REAL MCOND,MDEP,MU
0003 DIMENSION GMAS(3000,3),GTEMP(3000,3),GS(3000,3),T(20),TSP(5),GN(5,
0004 13),TX(20),CWW(10),RO(10),KT(3),RG(3)
COMMON/GOC/GMAS,GTEMP,GS,NFR,DT,HC,TSP,GN,NSPR,NTG,IT,TCOR,HCOND,H
1CONV,ROG,COST2,COST1,RHOA,MU,REYNO,DSUBV,KSUBG,DSUB,CP,RHO,PA,PVAP
2,PC,KT
0005 READ (5,1000) NSTP,DTAU,HC,FIC
0006 READ (5,1000) NTEMP
0007 READ (5,2000) (T(I),I=1,NTEMP)
0008 READ (5,2000) (TX(I),I=1,NTEMP)
0009 READ (5,1000) NTAB,VCO,RHOA,PC,TC
0010 READ (5,3000) (TSAT(I),PSAT(I),RHOG(I),HLG(I),I=1,NTAB)
0011 READ (5,1100) NSPR,NTG,NFR,MTT
0012 READ(5,5000) (CWW(I),RO(I),I=1,MTT)
0013 NTOT=NFR*NSTP+1
0014 DO 1 K=1,NTG
0015 READ (5,2000) RG(K),TG,ROG
0016 CALL PARAB (RO,CWW,MTT,RG(K),CW)
0017 GMAS(1,K)=4.188787*ROG*RG(K)**3
0018 GTEMP(1,K)=TG
0019 GS(1,K)=0.0
0020 DO 11 I=2,NTOT
0021 GMAS(I,K)=GMAS(I-1,K)
0022 GTEMP(I,K)=GTEMP(I-1,K)
0023 11 GS(I,K)=GS(I-1,K)
0024 KT(K)=1
0025 1 CONTINUE
0026 CALL PARAB (TSAT,PSAT,NTAB,TC,PV)
0027 PVAP=FIC*PV
0028 CP=0.241
0029 AMAS=RHOA*VCO
0030 COST1=12.56636/3.0*ROG
0031 COST2=SQRT(2.666666*ROG*1.271376E+8/CW/RHOA)
0032 READ (5,2000) (TSP(I),I=1,NSPR)
0033 READ (5,2000) ((GN(I,K),I=1,NSPR),K=1,NTG)
0034 DT=DTAU/NFR
0035 TCOR=0.0
0036 QCOND=0.0
0037 QDEP=0.0
0038 MCOND=0.0
0039 LINES=0
0040 MDEP=0.0
0041 IT=1
0042 IST=1
0043 DSUB=0.219E-4/(273.16**1.75)
0044 WRITE(6,1001) NSTP,DTAU,HC,FIC
0045 WRITE(6,1002) NTAB,VCO,RHOA,PC,TC

```

```

0046      WRITE (6,2004) TG,ROG
0047      WRITE (6,2007)(RG(K),K=1,NTG)
0048      WRITE (6,1101) NSPR,NTG,NFR,MTT
0049      WRITE (6,2006) MTT
0050      WRITE (6,5005) (CWW(I),RO(I),I=1,MTT)
0051      WRITE (6,2005) NTEMP
0052      WRITE (6,2003) (T(I),TX(I),I=1,NTEMP)
0053      WRITE (6,2009) NSPR
0054      WRITE (6,2008)
0055      DO 333 I=1,NSPR
0056      333 WRITE (6,8000) TSP(I),(GN(I,K),K=1,NTG)
0057      WRITE (6,1003)
0058      WRITE (6,1004) (TSAT(I),PSAT(I),RHCG(I),HLG(I),I=1,NTAB)
0059      100 CONTINUE
0060      TC=T(1)+(TCOR-TX(1))*(T(2)-T(1))/(TX(2)-TX(1))
0061      CALL PARAB (TSAT,PSAT,NTAB,TC,PV)
0062      VMAS=PV*VCO*18.016/((TC+273.16)*8.48048E-2)
0063      VMAS=FIC*VMAS
0064      PVAP=FIC*PV
0065      RHO=(AMAS+VMAS)/VCO
0066      CALL GINT(TC,DQC,DQD,DMC,DMD)
0067      QCOND=QCOND+DQC
0068      QDEP=QDEP+DQD
0069      MCOND=MCOND+DMC
0070      MDEP=MDEP+DMD
0071      TCORX=TCOR/2.77777E-4
0072      IF(LINES.EQ.0) WRITE (6,93)
0073      LINES=LINES+1
0074      IF(LINES.LT.50)GO TO 2102
0075      LINES=0
0076      2102 CONTINUE
0077      WRITE (6,4000) TCORX,TC,DQC,DQD,DMC,DMD,QCOND,QCEP,MCOND,MDEP
0078      IST=IST+1
0079      TCOR=TCOR+DTAU
0080      IF(IST.LE.NSTP) GO TO 100
0081      STOP
0082      1000 FORMAT (I10,6E10.0)
0083      2000 FORMAT (7E10.0)
0084      3000 FORMAT (4E12.0)
0085      1100 FORMAT (7I10)
0086      1001 FORMAT (/////1H0,' NSTP',16X,'DTAU',16X,'HC',18X,'FIC',/(16,3(5X,
0087      1E16.6)))
0088      1002 FORMAT (/////1H0,' NTAB',16X,'VCO',17X,'RHOA',16X,'PC',18X,'TC',/
0089      1(16,4(5X,E16.6)))
0088      1101 FORMAT (/////1H0,' NSPR',16X,'NTG',17X,'NFR',17X,'MTT',//1H0,(4(14
0089      1,16X)))
0089      1003 FORMAT (1H1,5X,'PHYSICAL PROPERTIES OF AIR, WATER, AND STEAM'///3X
1,'SPECIFIC HEAT OF AIR AT CONSTANT VOLUME',F10.5,3X,'KCAL/KG*C'//)

```



```

0090      1004 FORMAT (1H0,4X,'SATURATION',6X,'SATURATION',5X,'SPECIFIC HEAT',5X,
1'DENSITY OF',5X,'TEMPERATURE',6X,'PRESSURE',6X,'CF EVAPORATION',6X,
2,'VAPOUR',7X,'(C)',9X,'(KG/CM**2)',7X,'(KCAL/KG)',7X,'(KG/M**3)'//
3(5X,F9.4,7X,F9.4,8X,F9.5,7X,F9.5))
0091      2003 FORMAT (/1H0,' T(I)(C)',13X,'TX(I)(HR)',//2(E16.6,4X))
0092      2005 FORMAT (1H1,/1H0,' NTEMP =',I6)
0093      2004 FORMAT (////1H0,' TG',18X,'ROG',//2(E14.6,5X))
0094      2007 FORMAT (////1H0,' RG(1)',15X,'RG(2)',15X,'RG(3)',//3(F14.6,5X))
0095      2008 FORMAT (/1H0,' TSP(I)(HR)',10X,'GN(I,1)',13X,'GN(I,2)',13X,'GN(I,
2,3)',//)
0096      8000 FORMAT (4(E16.6,4X))
0097      2009 FORMAT (1H1,/1H0,' NSPR =',I6)
0098      5005 FORMAT (/1H0,' CWW(I)',14X,'RO(I)(M)',//2(E16.6,4X))
0099      2006 FORMAT (1H1,/1H0,' MTT =',I6)
0100      5000 FORMAT (2E12.0)
0101      93  FORMAT (1H1,1X,130(1H*))//3X,'TCORX',8X,'TC',11X,'DQC',10X,'DQD',10
1X,'DMC',10X,'DMD',10X,'QCOND',8X,'QDEP',9X,'MCOND',8X,'MDEP'//3X,'
2(SEC)',8X,'(C)',8X,'(KCAL)',7X,'(KCAL)',8X,'(KG)',9X,'(KG)',8X,'(K
3CAL)',7X,'(KCAL)',8X,'(KG)',9X,'(KG)'//2X,130(1H*)//)
0102      4000 FORMAT (1X,10E13.5)
0103      END

```

```

0001 SUBROUTINE GINT(TC,DQC,DQD,DMC,DMD)
0002 REAL KSUBG,MU,KO,NI
0003 COMMON/PROP/TSAT(150),PSAT(150),RHOG(150),HLG(150),NTAB
0004 COMMON/GOC/GMAS(3000,3),GTEMP(3000,3),GS(3000,3),NFR,DT,HC,TSP(5),
1GN(5,3),NSPR,NTG,IT,TCOR,HCOND,HCCNV,RCG,COST2,CCST1,RHOA,MU,REYNO
2,DSUBV,KSUBG,DSUB,CP,RHO,PA,PVAP,PC,KT(3)
0005 TJ=TCOR
0006 DQC=0.0
0007 DQD=0.0
0008 DMC=0.0
0009 DMD=0.0
0010 CALL PARAB(TSAT,HLG,NTAB,TC,HG)
0011 IF(TCOR.GT.TSP(NSPR)) GO TO 200
0012 NUP=IT+NFR-1
0013 CALL PARAB(PSAT,TSAT,NTAB,PVAP,GTSAT)
0014 CALL PARAB(TSAT,HLG,NTAB,GTSAT,HG)
0015 KO=0.02*(1.0+0.3E-2*TC)/3600
0016 MU=1.712*(1.0+0.0008*TC)**2*SQRT(1.0+0.003665*TC)*1.0E-6
0017 PR=CP*MU*9.8/KO
0018 NI=MU*9.8/RHO
0019 TABS=TC+273.16
0020 DO 10 J=IT,NUP
0021 DO 2 I=1,NSPR
0022 IF(TJ.LE.TSP(I)) GO TO 8
0023 2 CONTINUE
0024 GO TO 200
0025 8 DO 5 K=1,NTG
0026 IF(GN(I,K).EQ.0.0) GO TO 5
0027 DO 4 M=J,NUP
0028 DUM=(GMAS(J,K)/COST1)**0.666666
0029 D=2*DUM**0.5
0030 RG=D/2
0031 VEL=COST2*RG**0.5
0032 RE=VEL*D/NI/3600
0033 HCONV=KO*(2.+0.6*(SQRT(RE))*(PR**0.333))/D*3600
0034 DUM1=DUM**0.25
0035 S=12.56636*DUM
0036 DSUBV=DSUB*TABS**1.75/PC
0037 CALL PARAB(TSAT,PSAT,NTAB,GTEMP(J,K),PDROP)
0038 CALL KG(DSUBV,D,RE,MU,PC,PVAP,PDROP,RHO,KSUBG)
0039 DUM=KSUBG*12.56636*(PVAP-PDROP)*DT*DUM
0040 GS(J,K)=GS(J,K)+COST2*DUM1*DT
0041 QR=DUM*(HG+GTSAT)+HCONV*S*(TC-GTEMP(J,K))*DT
0042 GTEMP(J,K)=(QR+GMAS(J,K)+GTEMP(J,K))/(GMAS(J,K)+DUM)
0043 GMAS(J,K)=GMAS(J,K)+DUM
0044 DQC=DQC+QR*GN(I,K)*DT
0045 DMC=DMC+DUM*GN(I,K)*DT
0046 4 CONTINUE

```

```

0047      5 CONTINUE
0048      TJ=TJ+DT
0049      10 CONTINUE
0050      200 CONTINUE
0051      IF (IT.EQ.1) GO TO 300
0052      DO 150 K=1,NTG
0053      JT=KT(K)
0054      TJ=TCOR-(IT-JT)*DT
0055      ITM=IT-1
0056      DO 20 J=JT,ITM
0057      DO 12 I=1,NSPR
0058      IF(TJ.LE.TSP(I)) GO TO 18
0059      12 CONTINUE
0060      GO TO 300
0061      18 CONTINUE
0062      IF (GN (I,K).EQ.0.0) GO TO 15
0063      DO 14 M=1,NFR
0064      DUM=(GMAS(J,K)/COST1)**0.666666
0065      D=2*DUM**0.5
0066      RG=D/2
0067      VEL=COST2*RG**0.5
0068      RE=VEL*D/NI/3600
0069      HCONV=K0*(2.+0.6*(SQRT(RE))*(PR**0.333))/D*3600
0070      DUM1=DUM**0.25
0071      S=12.56636*DUM
0072      DSUBV=DSUB*ABS**1.75/PC
0073      CALL PARAB (TSAT,PSAT,NTAB,GTEMP(J,K),PDROP)
0074      CALL KG (DSUBV,D,RE ,MU,PC,PVAP ,PDROP,RHO ,KSUBG)
0075      DUM=KSUBG*12.56636*(PVAP-PDROP)*DT*DUM
0076      GS(J,K)=GS(J,K)+COST2*DUM1*DT
0077      IF(GS(J,K).GE.HC) GO TO 250
0078      QR=DUM*(HG+GTSAT)+HCONV*S*(TC-GTEMP(J,K))*DT
0079      GTEMP(J,K)=(QR+GMAS(J,K)*GTEMP(J,K))/(GMAS(J,K)+DUM)
0080      GMAS(J,K)=GMAS(J,K)+DUM
0081      DQC=DQC+QR*GN(I,K)*DT
0082      DMC=DMC+DUM*GN(I,K)*DT
0083      14 CONTINUE
0084      15 CONTINUE
0085      TJ=TJ+DT
0086      GO TO 20
0087      250 CONTINUE
0088      KT(K)=KT(K)+1
0089      DMD=DMD+GMAS(J,K)*GN(I,K)*DT
0090      DQD=DQD+GMAS(J,K)*GTEMP(J,K)*GN(I,K)*DT
0091      20 CONTINUE
0092      150 CONTINUE
0093      300 IT=IT+NFR
0094      RETURN

```

```

0001 SUBROUTINE PARAB(EPS,QRZ,NN,ARG,PARB)
0002 DIMENSION EPS(NN),QRZ(NN)
0003 IF(ARG-EPS(NN)) 206,726,230
0004 206 IF(ARG-EPS(NN-1)) 209,230,230
0005 209 IF(ARG-EPS(3)) 211,211,217
0006 211 T1=EPS(1)
0007 T2=EPS(2)
0008 T3=EPS(3)
0009 FT1=QRZ(1)
0010 FT2=QRZ(2)
0011 FT3=QRZ(3)
0012 GO TO 600
0013 217 DO 222 I=4,NN
0014 IF(ARG-EPS(I)) 227,725,222
0015 222 CONTINUE
0016 227 EPT=(EPS(I-1)+EPS(I))/2.0
0017 IF(ARG-EPT) 219,219,225
0018 219 T1=EPS(I-2)
0019 T2=EPS(I-1)
0020 1 T3=EPS(I)
0021 FT1=QRZ(I-2)
0022 FT2=QRZ(I-1)
0023 FT3=QRZ(I)
0024 GO TO 600
0025 225 T1=EPS(I-1)
0026 T2=EPS(I)
0027 T3=EPS(I+1)
0028 FT1=QRZ(I-1)
0029 FT2=QRZ(I)
0030 FT3=QRZ(I+1)
0031 600 AY=(FT2-FT1)/(T2-T1)
0032 BY=(FT3-FT2)/(T3-T2)
0033 C=T3-T1
0034 D=(BY-AY)/C
0035 E=ARG-T2
0036 G=(D*E)+AY
0037 PARB=(ARG-T1)*G+FT1
0038 GO TO 2223
0039 726 I=NN
0040 725 PARB=QRZ(I)
0041 GO TO 2223
0042 230 T1=EPS(NN-2)
0043 T2=EPS(NN-1)
0044 T3=EPS(NN)
0045 FT1=QRZ(NN-2)
0046 FT2=QRZ(NN-1)
0047 FT3=QRZ(NN)
0048 GO TO 600

```

FORTRAN IV G LEVEL 20

PARAB

DATE = 71355

10/54/11

PAGE 0002

0049 2223 RETURN
0050 END

FORTRAN IV G LEVEL 20

KG

DATE = 71355

10/54/11

PAGE 0001

0001 SUBROUTINE KG (DSUBV,D,REYNO,ETAMIX,PTOTAL,PINF,PDROP,RHOATM,KSUBG)
0002 REAL KSUBG
0003 SMITNO=ETAMIX/(RHOATM*DSUBV)*9.8
0004 Y=2.0+0.6*SQR(T(REYNO))*(SMITNO**0.3333)
0005 PBM=PTOTAL-0.5*(PINF+PDROP)
0006 AVMW=(PBM/PTOTAL)*29. + ((PTOTAL-PBM)/PTOTAL)*18.
0007 KSUBG=Y*RHOATM*DSUBV*3600/(D*PBM)
0008 RETURN
0009 END

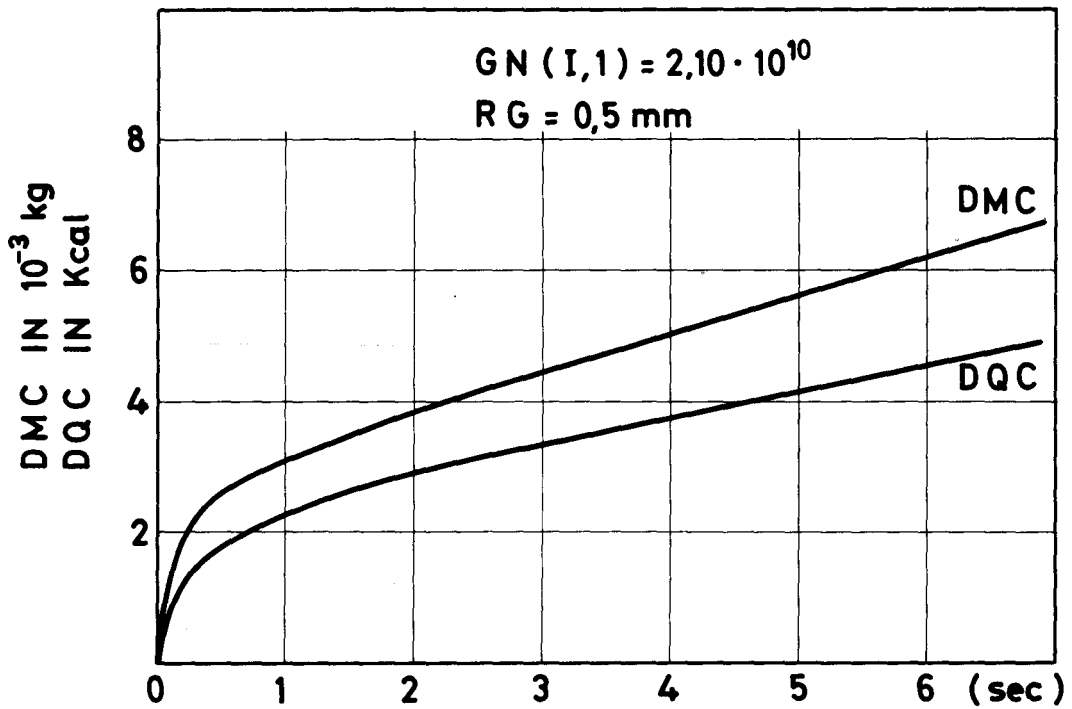


FIG. 2 - CALORE E MASSA ASPORTATI IN UN "TIME STEP" IN FUNZIONE DEL TEMPO CODICE SPRAY C.M.

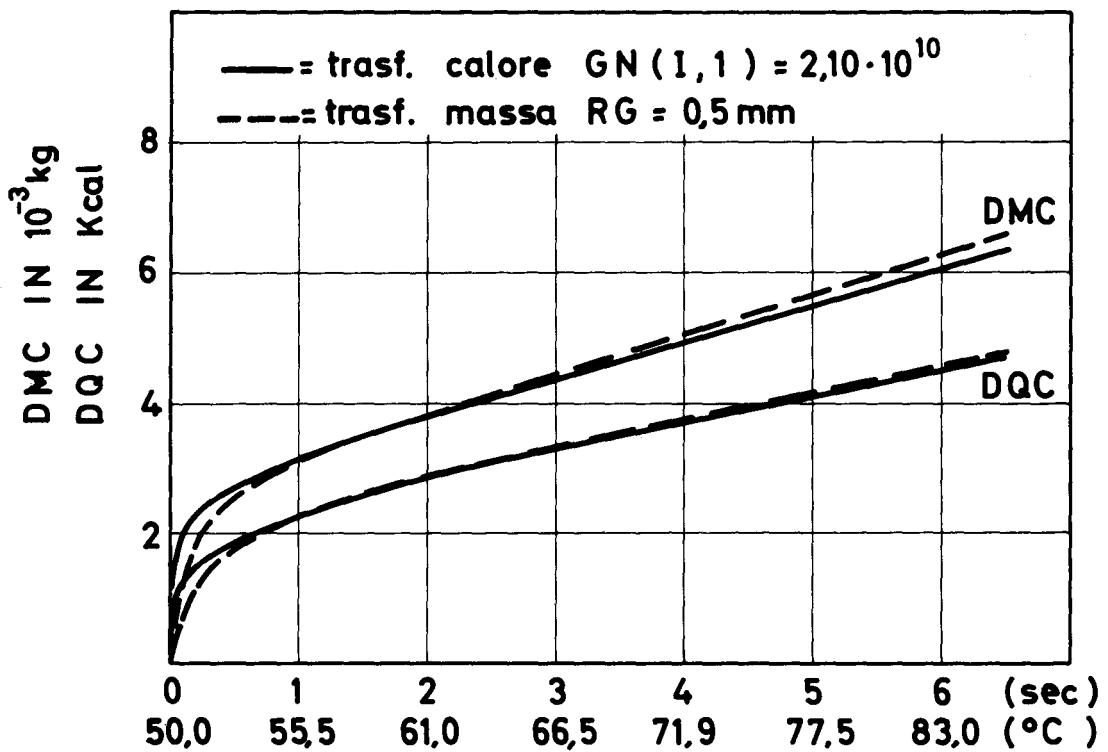


FIG. 3 - CONFRONTO DEI RISULTATI OTTENUTI CON I CODICI SPRAY C.C. E SPRAY C.M. A PARITA DI CONDIZIONI

ANNESSE 3
CODICE SPRAY EV

```

C TEST MAIN PROGRAM
C *****
C * * PROBLEM DATA * *
C *****
C NSTP =MAXIMUM NUMBER OF TIME STEP
C DTAU =TIME STEP VALUE (HR)
C HC =HEIGHT OF CONTAINER (M)
C FIC =HYGROMETRIC DEGREE
C NTEMP=NUMBER OF TEMPERATURE
C T(I) =VALUES OF TEMPERATURE (C)
C TX(I)=CORRISPONDING TIME (HR)
C VCO =VOLUME OF CONTAINER (M**3)
C PC =INITIAL PRESSURE OF CONTAINER (KG/CM**2)
C TC =INITIAL TEMPERATURE OF CONTAINER (C)
C TSAT =TEMPERATURE OF SATURATIONE
C PSAT =PRESSURE OF SATURATIONE
C NSPR =NUMBER OF GAPS OF SPRAY
C HLG =DENSITY OF VAPOUR
C NTG =NUMBER OF TYPES OF DROPS
C RHOA =SPECIFIC HEAT OF EVAPORATION
C NFR =NUMBER OF GAPS DT IN THE TIME-STEP DTAU
C RO =INITIAL RAY OF TYPES OF DROPS
C CW =COEFFICIENT OF RESISTANCE
C GN(I,K)=NUMBER OF DROPS INLETING IN THE SAME GAPS OF SPRAY
C TSP(I)=SUPERIOR EXTREME OF GAPS OF SPRAY (HR)
C *****

```



```

0001 COMMON/PROP/TSAT(150),PSAT(150),RHOG(150),HLG(150),NTAB
0002 REAL MU,KC,MDP,NI
0003 DIMENSION GMAS(3000,3),GTEMP(3000,3),GS(3000,3),T(20),TSP(5),GN(5,
0004 13),TX(20),CWW(10),RO(10),KT(3),RG(3)
0005 COMMON/GOC/GMAS,GTEMP,GS,NFR,DT,HC,TSP,GN,NSPR,NTG,IT,TCOR,ROG,COS
0006 1T2,CP,PC,PV,RG,RHOA,FIC,PVAP,RHO,TABS,KT
0007 READ(5,1000) NSTP,DTAU,HC,FIC
0008 READ(5,1000) NTEMP
0009 READ(5,2000) (T(I),I=1,NTEMP)
0010 READ(5,2000) (TX(I),I=1,NTEMP)
0011 READ(5,1000) NTAB,VCO,RHOA,PC,TC
0012 READ(5,3000) (TSAT(I),PSAT(I),RHOG(I),HLG(I),I=1,NTAB)
0013 READ(5,1100) NSPR,NTG,NFR,MTT
0014 NTOT=NFR*NSTP+1
0015 READ(5,5000) (CWW(I),RO(I),I=1,MTT)
0016 DO 1 K=1,NTG
0017 READ(5,2000) RG(K),TG,ROG
0018 CALL PARAB (RO,CWW,MTT,RG(K),CW)
0019 GMAS(1,K)=4.188787*ROG*RG(K)**3
0020 GTEMP(1,K)=TG
0021 GS(1,K)=0.0
0022 DO 11 I=2,NTOT
0023 GMAS(I,K)=GMAS(I-1,K)
0024 GTEMP(I,K)=GTEMP(I-1,K)
0025 11 GS(I,K)=GS(I-1,K)
0026 KT(K)=1
0027 1 CONTINUE
0028 CALL PARAB (TSAT,PSAT,NTAB,TC,PV)
0029 PVAP=FIC*PV
0030 PA=PC-PVAP
0031 FACT=PA/(TC+273.16)
0032 COST2=SQRT(2.666666*ROG*1.271376E+8/CW/RHOA)
0033 READ(5,2000) (TSP(I),I=1,NSPR)
0034 READ(5,2000) ((GN(I,K),I=1,NSPR),K=1,NTG)
0035 DT=DTAU/NFR
0036 CP=0.241
0037 AMAS=RHOA*VCO
0038 LINES=0
0039 TCOR=0.0
0040 QCP=0.0
0041 QEV=0.0
0042 QDEP=0.0
0043 VMAS=0.0
0044 MDP=0.0
0045 IT=1
0046 IST=1
0047 WRITE(6,1001) NSTP,DTAU,HC,FIC
0048 WRITE(6,1002) NTAB,VCO,RHOA,PC,TC

```

```

0047 WRITE (6,2004) TG,ROG
0048 WRITE (6,2007)(RG(K),K=1,NTG)
0049 WRITE (6,1101) NSPR,NTG,NFR,MTT
0050 WRITE (6,2006) MTT
0051 WRITE (6,5005) (CWW(I),RO(I),I=1,MTT)
0052 WRITE (6,2005) NIEMP
0053 WRITE (6,2003) (T(I),TX(I),I=1,NTEMP)
0054 WRITE (6,2009) NSPR
0055 WRITE (6,2008)
0056 DO 333 I=1,NSPR
0057 333 WRITE (6,8000) TSP(I),(GN(I,K),K=1,NTG)
0058 WRITE (6,1003)
0059 WRITE (6,1004) (TSAT(I),PSAT(I),RHOG(I),HLG(I),I=1,NTAB)
0060 100 CONTINUE
0061 TC=T(1)+(TCOR-TX(1))*(T(2)-T(1))/(TX(2)-TX(1))
0062 CALL PARAB (TSAT,PSAT,NTAB,TC,PV)
0063 VMAS=PV*VCO*18.016/((TC+273.16)*8.48048E-2)
0064 VMAS=FIC*VMAS
0065 PVAP=FIC*PV
0066 RHO=(VMAS+VMAS)/VCO
0067 TABS=TC+273.16
0068 PA=TABS*FACT
0069 PC=PA+PVAP
0070 CALL GINTE (TC,DQE,DQD,DMD,DVMAS,DQCP)
0071 QCP=QCP+DQCP
0072 QEV=QEV+DQE
0073 QDEP=QDEP+DQD
0074 VMAS=VMAS+DVMAS
0075 MDP=MDP+DMD
0076 TCORX=TCOR/2.77777E-4
0077 IF(LINES.EQ.0) WRITE (6,93)
0078 LINES=LINES+1
0079 IF(LINES.LT.50)GO TO 2102
0080 LINES=0
0081 2102 CONTINUE
0082 WRITE (6,4000) TCORX,TC,VMAS,DVMAS,MDP,DMD,QDEP,DQD,QEV,DQE,DQCP,Q
0083 1CP
0084 IST=IST+1
0085 TCOR=TCOR+DTAU
0086 IF(IST.LE.NSTP) GO TO 100
0087 STOP
0088 1000 FORMAT (I10,6E10.0)
0089 2000 FORMAT (7E10.0)
0090 3000 FORMAT (4E12.0)
0091 1100 FORMAT (7I10)
0092 5000 FORMAT (2E12.0)
0093 1001 FORMAT (////IHO,' NSTP',16X,'DTAU',16X,'HC',18X,'FIC',/(16,3(5X,
1E16.6)))

```

```

0093 1002 FORMAT (//////1H0,' NTAB',16X,' VCO',17X,' RHOA',16X,' PC',18X,' TC',//
0094 1101 FORMAT (//////1H0,' NSPR',16X,' NTG',17X,' NFR',17X,' MTT',//1H0,(4(I4
0095 1003 FORMAT (1H1,5X,' PHYSICAL PROPERTIES OF AIR, WATER, AND STEAM'///3X
0096 1004 FORMAT (1H0,4X,' SATURATION',6X,' SATURATION',5X,' SPECIFIC HEAT',5X,
1'DENSITY OF',5X,' TEMPERATURE',6X,' PRESSURE',6X,' CF. EVAPORATION',6X,
2,' VAPOUR',9X,' (C)',9X,' (KG/CM**2)',7X,' (KCAL/KG)',7X,' (KG/M**3)'//
3(5X,F9.4,7X,F9.4,8X,F9.5,7X,F9.5))
0097 2003 FORMAT (/1H0,' T(I)(C)',13X,' TX(I)(HR)',//2(E16.6,4X))
0098 2005 FORMAT (1H1,/1H0,' NTEMP =',I6)
0099 2004 FORMAT (//////1H0,' TG',18X,' ROG',//2(E14.6,5X))
0100 2007 FORMAT (//////1H0,' RG(1)',15X,' RG(2)',15X,' RG(3)',//3(E14.6,5X))
0101 2008 FORMAT (/1H0,' TSP(I)(HR)',10X,' GN(I,1)',13X,' GN(I,2)',13X,' GN(I
2,3)',//)
0102 8000 FORMAT (4(E16.6,4X))
0103 2009 FORMAT (1H1,/1H0,' NSPR =',I6)
0104 5005 FORMAT (/1H0,' CWW(I)',14X,' RO(I)(M)',//2(E16.6,4X))
0105 2006 FORMAT (1H1,/1H0,' MTT =',I6)
0106 93 FORMAT (1H1,1X,130(1H*))//1X,' TCORX',3X,' TC',4X,' VMAS',6X,' DVMAS',6
1X,' MDP',8X,' DMD',8X,' QDEP',7X,' DQD',8X,' QEV',8X,' DQE',8X,' DQCP',7X
2,' QCP',//1X,' (SEC)',2X,' (C)',2X,' (KG)',7X,' (KG)',7X,' (KG)',6X,' (KCA
3L)',6X,' (KCAL)',6X,' (KCAL)',6X,' (KCAL)',6X,' (KCAL)',6X,' (KCAL)',6X
4,' (KCAL)'//2X,130(1H*))//)
0107 4000 FORMAT (1X,F5.2,F7.2,1P10E11.4)
0108 END

```

```
0001 SUBROUTINE GINTE(TC,DQE,DQD,DMD,DVMAS,DQCP)
0002 COMMON/PROP/TSAT(150),PSAT(150),RHOG(150),HLG(150),NTAB
0003 REAL KO,MU,NI
0004 COMMON/GOC/GMAS(3000,3),GTEMP(3000,3),GS(3000,3),NFR,DT,HC,TSP(5),
IGN(5,3),NSPR,NTG,IT,TCOR,ROG,COST2,CP,PC,PV,RG,RHOA,FIC,PVAP,RHO,T
2ABS,KT(3)
0005 TJ=TCOR
0006 DQCP=0.0
0007 DQE=0.0
0008 DQD=0.0
0009 DVMAS=0.0
0010 DMD=0.0
0011 CALL PARAB (PSAT,TSAT,NTAB,PVAP,GTSAT)
0012 CALL PARAB (TSAT,HLG,NTAB,GTSAT,HG)
0013 KO=0.02*(1.0+0.3E-2*TC)/3600
0014 MU=1.712*(1.0+0.0008*TC)**2*SQRT(1.0+0.003665*TC)*1.0E-6
0015 PR= CP*MU*9.8/KO
0016 VEL=COST2*RG**0.5
0017 D=2*RG
0018 NI=MU*9.8/RHO
0019 RE=VEL*D/NI/3600
0020 HR=KO*(2.+0.6*(SQRT(RE))*(PR**0.333))/D*3600
0021 RG2=RG**2
0022 NUP=IT+NFR-1
0023 DO 10 J=IT,NUP
0024 DO 2 I=1,NSPR
0025 IF(TJ.LE.TSP(I)) GO TO 8
0026 2 CONTINUE
0027 GO TO 100
0028 8 DO 5 K=1,NTG
0029 IF(GN(I,K).EQ.0.0) GO TO 5
0030 DO 4 M=J,NUP
0031 IF(GTEMP(J,K).GE.GTSAT) GO TO 200
0032 DGTEMP=HR*12.56636*RG2*(TC-GTEMP(J,K))*DT/(GMAS(J,K))
0033 GTEMP(J,K)=GTEMP(J,K)+DGTEMP
0034 DQCP=DQCP+GMAS(J,K)*DGTEMP*GN(I,K)*DT
0035 GS(J,K)=GS(J,K)+VEL*DT
0036 IF(GS(J,K).GE.HC) GO TO 251
0037 GO TO 4
0038 200 CONTINUE
0039 DUM1=(3/12.56636/ROG*GMAS(J,K))
0040 VELX=COST2*DUM1**0.166666
0041 RG=DUM1**0.33333
0042 RE=VELX*2*RG/NI/3600
0043 D=2*RG
0044 HE=KO*(2.+0.6*(SQRT(RE))*(PR**0.333))/2/RG*3600
0045 DUM1=DUM1**0.66666
0046 DUM=12.56636*HE*(TC-GTSAT)*DUM1*DT/HG
```

```

0047         GS(J,K)=GS(J,K)+VELX*DT
0048         GMAS(J,K)=GMAS(J,K)-DUM
0049         DQE=DQE+GN(I,K)*DUM*HG*DT
0050         DVMAS=DVMAS+DUM*GN(I,K)*DT
0051         IF(GS(J,K).GE.HC) GO TO 251
0052     4 CONTINUE
0053         GO TO 5
0054 251 KT(K)=KT(K)+1
0055         DMD=DMD+GMAS(J,K)*GN(I,K)*DT
0056         DQD=DQD+GMAS(J,K)*GTEMP(J,K)*GN(I,K)*DT
0057     5 CONTINUE
0058         TJ=TJ+DT
0059 10 CONTINUE
0060 100 CONTINUE
0061         IF(IT.EQ.1) GO TO 300
0062         DO 130 K=1,NTG
0063             JT=KT(K)
0064             TJ=TCOR-(IT-JT)*DT
0065             ITM=IT-1
0066             DO 260 J=JT,ITM
0067                 DO 120 I=1,NSPR
0068                     IF(TJ.LE.TSP(I)) GO TO 180
0069 120 CONTINUE
0070                 GO TO 300
0071 180 CONTINUE
0072                 IF(GN(I,K).EQ.0.0) GO TO 150
0073                 DO 140 M=1,NFR
0074                     IF(GTEMP(J,K).GE.GTSAT) GO TO 210
0075                     DGTEMP=HR*12.56636*RG2*(TC-GTEMP(J,K))*DT/(GMAS(J,K))
0076                     GTEMP(J,K)=GTEMP(J,K)+DGTEMP
0077                     DQCP=DQCP+GMAS(J,K)*DGTEMP*GN(I,K)*DT
0078                     GS(J,K)=GS(J,K)+VELX*DT
0079                     IF(GS(J,K).GE.HC) GO TO 250
0080                 GO TO 140
0081 210 CONTINUE
0082                     GTEMP(J,K)=GTSAT
0083                     DUM1=(3/12.56636/ROG*GMAS(J,K))
0084                     VELX=COST2*DUM1**0.166666
0085                     RX=DUM1**0.33333
0086                     RE=VELX*2*RX/NI/3600
0087                     D=2*RX
0088                     HE=K0*(2.+0.6*(SQRT(RE)))*(PR**0.3331)/2/RX*3600
0089                     DUM1=DUM1**0.66666
0090                     DUM=12.56636*HE*(TC-GTSAT)*DUM1*DT/HG
0091                     GS(J,K)=GS(J,K)+VELX*DT
0092                     GMAS(J,K)=GMAS(J,K)-DUM
0093                     DQE=DQE+GN(I,K)*DUM*HG*DT
0094                     DVMAS=DVMAS+DUM*GN(I,K)*DT

```

FORTRAN IV G LEVEL 20

GINTE

DATE = 71355

10/57/27

PAGE 0003

```
0095      IF(GS(J,K).GE.HC) GO TO 250
0096      140 CONTINUE
0097      GO TO 150
0098      250 CONTINUE
0099      KT(K)=KT(K)+1
0100      DMD=DMD+GMAS(J,K)*GN(I,K)*DT
0101      DQD=DQD+GMAS(J,K)*GTEMP(J,K)*GN(I,K)*DT
0102      150 CONTINUE
0103      TJ=TJ+DT
0104      260 CONTINUE
0105      13C CONTINUE
0106      300 CONTINUE
0107      IT=IT+NFR
0108      RETURN
0109      END
```

```

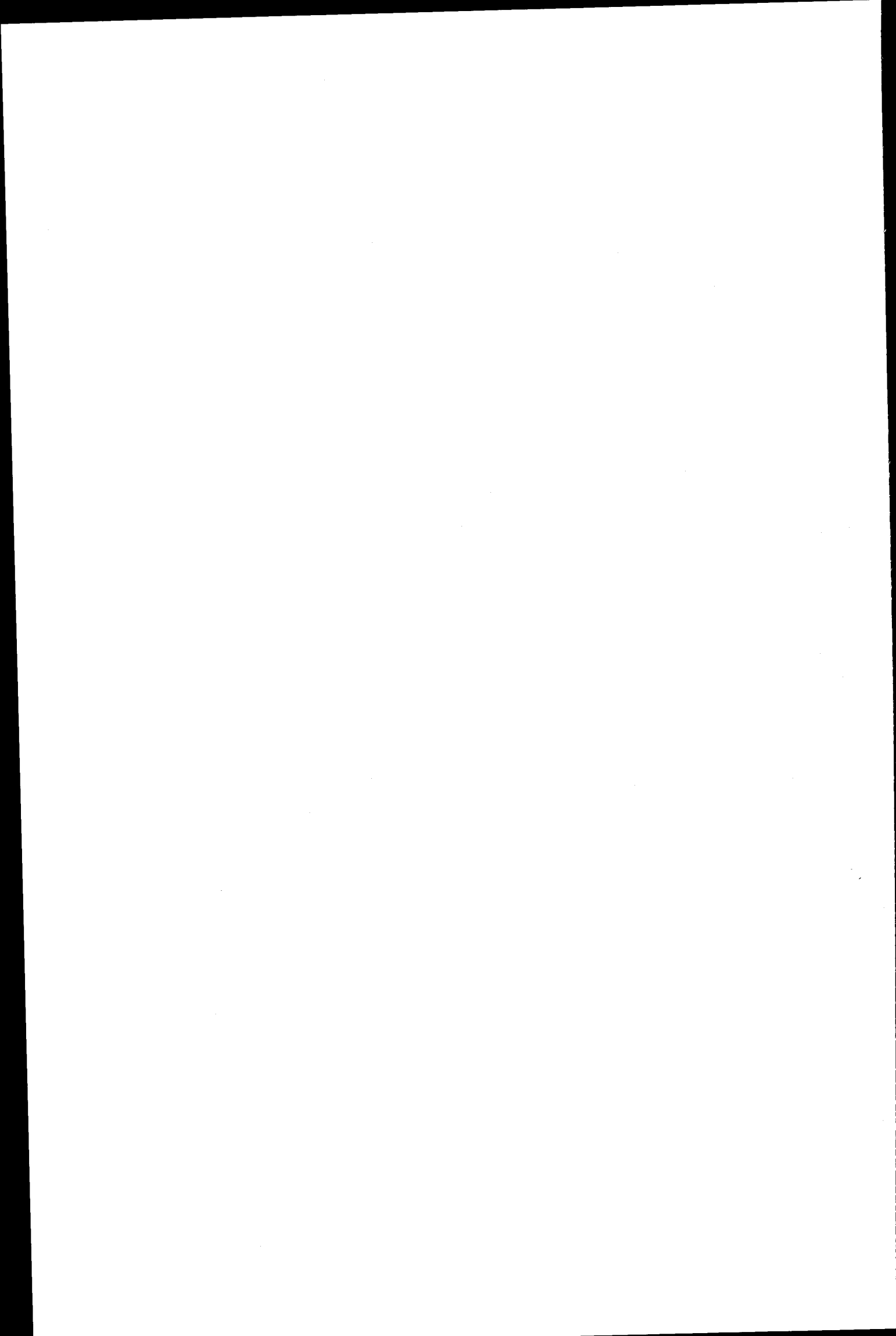
0001      SUBROUTINE PARAB(EPS,QRZ,NN,ARG,PARB)
0002      DIMENSION EPS(NN),QRZ(NN)
0003      IF(ARG-EPS(NN)) 206,726,230
0004      206 IF(ARG-EPS(NN-1)) 209,230,230
0005      209 IF(ARG-EPS(3)) 211,211,217
0006      211 T1=EPS(1)
0007          T2=EPS(2)
0008          T3=EPS(3)
0009          FT1=QRZ(1)
0010          FT2=QRZ(2)
0011          FT3=QRZ(3)
0012          GO TO 600
0013      217 DO 222 I=4,NN
0014          IF(ARG-EPS(I)) 227,725,222
0015      222 CONTINUE
0016      227 EPT=(EPS(I-1)+EPS(I))/2.0
0017          IF(ARG-EPT) 219,219,225
0018      219 T1=EPS(I-2)
0019          T2=EPS(I-1)
0020          1 T3=EPS(I)
0021          FT1=QRZ(I-2)
0022          FT2=QRZ(I-1)
0023          FT3=QRZ(I)
0024          GO TO 600
0025      225 T1=EPS(I-1)
0026          T2=EPS(I)
0027          T3=EPS(I+1)
0028          FT1=QRZ(I-1)
0029          FT2=QRZ(I)
0030          FT3=QRZ(I+1)
0031      600 AY=(FT2-FT1)/(T2-T1)
0032          BY=(FT3-FT2)/(T3-T2)
0033          C=T3-T1
0034          D=(BY-AY)/C
0035          E=ARG-T2
0036          G=(D*E)+AY
0037          PARB=(ARG-T1)*G+FT1
0038          GO TO 2223
0039      726 I=NN
0040      725 PARB=QRZ(I)
0041          GO TO 2223
0042      230 T1=EPS(NN-2)
0043          T2=EPS(NN-1)
0044          T3=EPS(NN)
0045          FT1=QRZ(NN-2)
0046          FT2=QRZ(NN-1)
0047          FT3=QRZ(NN)
0048          GO TO 600

```

```

0049      2223 RETURN
0050      END

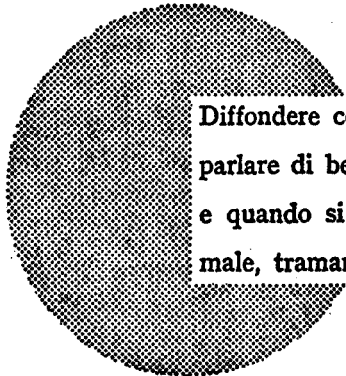
```



AVVISO AI LETTORI

Tutte le relazioni scientifiche e tecniche pubblicate dalla Commissione delle Comunità europee sono segnalate nel periodico mensile « euro-abstracts ». Per abbonamenti (1 anno : FB 1 025) e richieste di numeri di saggio, rivolgersi a :

Ufficio delle pubblicazioni ufficiali
delle Comunità europee
Case Postale 1003
Luxembourg 1
(Grand-Duché de Luxembourg)



Diffondere cognizioni equivale a diffondere benessere — intendo parlare di benessere generale e non già di ricchezza individuale — e quando si instaura il benessere va sempre più scomparendo il male, tramandatoci da un oscuro passato.

Alfred Nobel

UFFICI DI VENDITA

I documenti pubblicati dalla Commissione delle Comunità europee sono in vendita presso le varie sedi dell'Ufficio delle pubblicazioni ufficiali delle Comunità europee ai prezzi indicati in copertina. All'atto dell'ordinazione, indicare chiaramente il riferimento esatto e il titolo del documento desiderato.

ITALIA

Libreria dello Stato
Piazza G. Verdi 10
00198 Roma — tel. (6) 85 09
CCP 1/2840

Agenzia :
00187 Roma — Via del Tritone 61/A e 61/B
00187 Roma — Via XX Settembre (Palazzo
Ministero delle finanze)
20121 Milano — Galleria Vittorio Emanuele 3
80121 Napoli — Via Chiaia 5
50129 Firenze — Via Cavour 46/R
16121 Genova — Via XII Ottobre 172
40125 Bologna — Strada Maggiore 23/A

BELGIO

Moniteur belge — Belgisch Staatsblad
Rue de Louvain 40-42 — Leuvenseweg 40-42
1000 Bruxelles — 1000 Brussel. — tel. 12 00 26
CCP 50-80 — Postgiro 50-80

Agenzia :
Librairie européenne — Europese Boekhandel
Rue de la Loi 244 — Wetstraat 244
1040 Bruxelles — 1040 Brussel

GRANDUCATO DEL LUSSEMBURGO

*Ufficio delle pubblicazioni ufficiali
delle Comunità europee*
Case postale 1003 — Luxembourg 1
e 29, rue Aldringen, Biblioteca
Tel. 4 79 41 — CCP 191-90
Compte courant bancaire : BIL 8-109/8003/200

FRANCIA

*Service de vente en France des publications
des Communautés européennes*
28, rue Desaix
75 Paris-15^e — tél. (1) 306.5100
CCP Paris 23-98

GERMANIA

Verlag Bundesanzeiger
5 Köln 1 — Postfach 108 006
tel. (0221) 21 03 48
Telex : Anzeiger Bonn 08 882 585
Postcheckkonto 834 00 Köln

PAESI BASSI

Staatsdrukkerij- en uitgeverijbedrijf
Christoffel Plantijnstraat
's-Gravenhage — tel. (070) 81 45 11
Postgiro 42 53 00

GRAN BRETAGNA E COMMONWEALTH

H.M. Stationery Office
P.O. Box 569
London S.E. 1

STATI UNITI D'AMERICA

European Community Information Service
2100 M Street, N.W.
Suite 707
Washington, D.C. 20 037

IRLANDA

Stationery Office
Beggars Bush
Dublin 4

SVIZZERA

Librairie Payot
6, rue Grenus
1211 Genève
CCP 12-236 Genève

SVEZIA

Librairie C.E. Fritze
2, Fredsgatan
Stockholm 16
Post Giro 193, Bank Giro 73/4015

SPAGNA

Libreria Mundi-Prensa
Castello, 37
Madrid 1

ALTRI PAESI

*Ufficio delle pubblicazioni ufficiali
delle Comunità europee*
Case postale 1003 — Luxembourg 1
tel. 4 79 41 — CCP 191-90
Compte courant bancaire : BIL 8-109/8003/200