

1. 將固形物含量為 12.5% 的果汁 1000kg 過濾得 800kg 澄清果汁以及 200kg 果渣。將澄清果汁蒸發濃縮得到固形物含量為 58% 之濃縮果汁，再將果渣與濃縮果汁混合，得到固形物含量 40% 的果汁產品。請計算澄清果汁及果渣之固形物含量及果汁產品之產量。（10 分）
2. 將 100kg 溫度為攝氏 5 度的食品原料置於加熱鍋中，通入攝氏 120 度的水蒸氣直接加熱，最後終溫為攝氏 80 度，若食品原料之比熱為 3600 J/kg/K，請計算蒸汽的消耗量。（15 分）
3. 請說明一冷凍機之組成結構及其運轉原理。（15 分）
4. 米粒中原有的水分含量是 C_1 ，浸於水中後，其表面水分含量為一定值 C_0 ，現欲了解米粒中水分含量之分佈與浸漬時間的相關性，試導出其主導方程式(governing equation)，並說明起始條件(initial condition) 和邊界條件(boundary conditions)。假設米粒是半徑為 a 之球體，且浸漬過程中無反應發生；擴散係數(D)與水分含量(C)無關。（15 分）
5. 一流體 (25°C) 以 0.1 kg/s 的流速進入一加熱管 (直徑 5 mm，長度 40 m)，當管內壁溫度為 100°C 時，於出口處，流體的溫度為 75°C 。現期望於出口處的流體溫度為 85°C ，試計算管內壁所需的溫度。假設該流體的熱容量 (heat capacity) 為定值 (5 kJ/kg K)，熱導係數(thermal conductivity)與密度(density)也均為定值。已知該流體之黏度與溫度的相關式為

$$\mu = \frac{a}{T^3}$$

其中 μ 為黏度(Pa.s)， a 為常數， T 為絕對溫度(K)。
流體與管內壁間的熱傳係數 (heat transfer coefficient) 之計算如下：

$$\frac{h_L D}{k} = 0.023 \text{Re}^{0.8} \text{Pr}^{1/3} \left(\frac{\mu_b}{\mu_w} \right)^{0.14}$$

其中 h_L 為熱傳係數 (heat transfer coefficient)， D 為管徑， k 為熱導係數 (thermal conductivity)， Re 為雷諾數 (Reynolds number)， Pr 為 Prandtl number， μ_b 與 μ_w 分別為於流體平均溫度與管內壁溫度下之黏度。(30 分)

6. 解釋名詞：(15 分)
 - (1) Steady state (5 分)
 - (2) Theoretical plate (5 分)
 - (3) Biot number (5 分)

A.2-9 Properties of Saturated Steam and Water (Steam Table),
SI Units

Temperature (°C)	Vapor Pressure (kPa)	Specific Volume (m ³ /kg)		Enthalpy (kJ/kg)		Entropy (kJ/kg·K)	
		Liquid	Sat'd Vapor	Liquid	Sat'd Vapor	Liquid	Sat'd Vapor
0.01	0.6113	0.0010002	206.136	0.00	2501.4	0.0000	9.1562
3	0.7577	0.0010001	168.132	12.57	2506.9	0.0457	9.0773
6	0.9349	0.0010001	137.734	25.20	2512.4	0.0912	9.0003
9	1.1477	0.0010003	113.386	37.80	2517.9	0.1362	8.9253
12	1.4022	0.0010005	93.784	50.41	2523.4	0.1806	8.8524
15	1.7051	0.0010009	77.926	62.99	2528.9	0.2245	8.7814
18	2.0640	0.0010014	65.038	75.58	2534.4	0.2679	8.7123
21	2.487	0.0010020	54.514	88.14	2539.9	0.3109	8.6450
24	2.985	0.0010027	45.883	100.70	2545.4	0.3534	8.5794
27	3.567	0.0010035	38.774	113.25	2550.8	0.3954	8.5156
30	4.246	0.0010043	32.894	125.79	2556.3	0.4369	8.4533
33	5.034	0.0010053	28.011	138.33	2561.7	0.4781	8.3927
36	5.947	0.0010063	23.940	150.86	2567.1	0.5188	8.3336
40	7.384	0.0010078	19.523	167.57	2574.3	0.5725	8.2570
45	9.593	0.0010099	15.258	188.45	2583.2	0.6387	8.1648
50	12.349	0.0010121	12.032	209.33	2592.1	0.7038	8.0763
55	15.758	0.0010146	9.568	230.23	2600.9	0.7679	7.9913
60	19.940	0.0010172	7.671	251.13	2609.6	0.8312	7.9096
65	25.03	0.0010199	6.197	272.06	2618.3	0.8935	7.8310
70	31.19	0.0010228	5.042	292.98	2626.8	0.9549	7.7553
75	38.58	0.0010259	4.131	313.93	2635.3	1.0155	7.6824
80	47.39	0.0010291	3.407	334.91	2643.7	1.0753	7.6122
85	57.83	0.0010325	2.828	355.90	2651.9	1.1343	7.5445
90	70.14	0.0010360	2.361	376.92	2660.1	1.1925	7.4791
95	84.55	0.0010397	1.9819	397.96	2668.1	1.2500	7.4159
100	101.35	0.0010435	1.6729	419.04	2676.1	1.3069	7.3549
105	120.82	0.0010475	1.4194	440.15	2683.8	1.3630	7.2958
110	143.27	0.0010516	1.2102	461.30	2691.5	1.4185	7.2387

Temperature (°C)	Vapor Pressure (kPa)	Specific Volume (m ³ /kg)		Enthalpy (kJ/kg)		Entropy (kJ/kg·K)	
		Liquid	Sat'd Vapor	Liquid	Sat'd Vapor	Liquid	Sat'd Vapor
115	169.06	0.0010559	1.0366	482.48	2699.0	1.4734	7.1833
120	198.53	0.0010603	0.8919	503.71	2706.3	1.5276	7.1296
125	232.1	0.0010649	0.7706	524.99	2713.5	1.5813	7.0775
130	270.1	0.0010697	0.6685	546.31	2720.5	1.6344	7.0269
135	313.0	0.0010746	0.5822	567.69	2727.3	1.6870	6.9777
140	316.3	0.0010797	0.5089	589.13	2733.9	1.7391	6.9299
145	415.4	0.0010850	0.4463	610.63	2740.3	1.7907	6.8833
150	475.8	0.0010905	0.3928	632.20	2746.5	1.8418	6.8379
155	543.1	0.0010961	0.3468	653.84	2752.4	1.8925	6.7935
160	617.8	0.0011020	0.3071	675.55	2758.1	1.9427	6.7502
165	700.5	0.0011080	0.2727	697.34	2763.5	1.9925	6.7078
170	791.7	0.0011143	0.2428	719.21	2768.7	2.0419	6.6663
175	892.0	0.0011207	0.2168	741.17	2773.6	2.0909	6.6256
180	1002.1	0.0011274	0.19405	763.22	2778.2	2.1396	6.5857
190	1254.4	0.0011414	0.15654	807.62	2786.4	2.2359	6.5079
200	1553.8	0.0011565	0.12736	852.45	2793.2	2.3309	6.4323
225	2548	0.0011992	0.07849	966.78	2803.3	2.5639	6.2503
250	3973	0.0012512	0.05013	1085.36	2801.5	2.7927	6.0730
275	5942	0.0013168	0.03279	1210.07	2785.0	3.0208	5.8938
300	8581	0.0010436	0.02167	1344.0	2749.0	3.2534	5.7045

Source: Abridged from J. H. Keenan, F. G. Keyes, P. G. Hill, and J. G. Moore, *Steam Tables—Metric Units*, New York: John Wiley & Sons, Inc., 1969. With permission of the authors and publishers.