محاضرة ٣ الفصل الثاني تصميم الدكت والانابيب **التاريخ** ١٠ اذار ٢٠٢١

*** قدرة المروحة وقدرة الهواء**

1- قدرة الهواء:

$$W_a = \dot{m}.g.H_t = \dot{V}.P_t$$

$\dot{m}$: (kg/s) معدل التدفق الكتلي $\dot{V}$: (m^3/s) معدل التدفق الحجمي W_a: (W) قدرة الهواء

$\rho=1.2kg/m_3$ $P_t=P_s+P_V$: (Pa) الضغط الكلي H_t: (m) علو الهواء

$P_v=1/2\rho(V_2^2-V_1^2)$: (Pa) الضغط الحركي P_s : (Pa)(**8-3**) الضغط الاستاتيكي من مخطط أشري

2- قدرة المروحة:

$$\eta_F = \frac{W_a}{W_F}$$

W_F: (W) قدرة المروحة η_F : كفاءة المروحة

3- قدرة محرك المروحة:

$$\eta_m = \frac{W_F}{W_m}$$

W_m: (W) قدرة محرك المروحة η_m: كفاءة محرك المروحة

*** قوانين المراوح**

1- $$\frac{\dot{V}_1}{\dot{V}_2} = \frac{N_{F1}}{N_{F2}}$$

2- $$\frac{(P_s, P_v, P_t)_1}{(P_s, P_v, P_t)_2} = \frac{(N_{F1})^2}{(N_{F2})^2}$$

3- $$\frac{W_{m1}}{W_{m2}} = \frac{(N_{F1})^3}{(N_{F2})^3}$$

4- $$at(N, \dot{V}) = Const. \quad \frac{(P, W_m)_1}{(P, W_m)_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2}$$

5- $$at(P) = Const. \quad \frac{(N, \dot{V}, W_m)_1}{(N, \dot{V}, W_m)_2} = \frac{\sqrt{\rho_2}}{\sqrt{\rho_1}}$$

6- $$at(\dot{m}) = con. \quad \frac{(N_F, \dot{V}, P)_1}{(N_F, \dot{V}, P)_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{W_{m1}^2}{W_{m2}^2}$$

*** مباديء توزيع الهواء**

- يمكن التعبير عن **الحث** بعادلة الزخم $m_1V_1+m_2V_2=(m_1+m_2)V_3$

$\rho_1=\rho_2=\rho_3 \rightarrow$

$$\dot{V}_1.V_1 + \dot{V}_2.V_2 = (\dot{V}_1 + \dot{V}_2).V_3$$

الرموز السفلية تشير الى: (1) الرئيسي, الخارج من فتحة توزيع الهواء.
(2) الثانوي, هواء الغرفة المستحث.
(3) الكلي = (الرئيسي + الثانوي).

W_m: (W) قدرة محرك المروحة

جداول (8.10) لايجاد معامل الفقد الحركي للمقاطع الدائرية

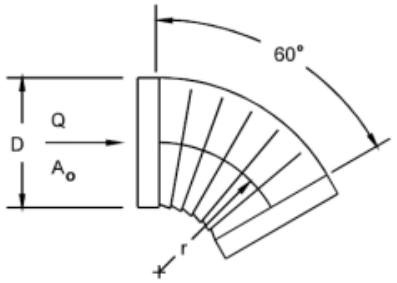
FITTING LOSS COEFFICIENTS

Fittings to support Examples 8 and 9 reprinted here. For the complete fitting database see the *Duct Fitting Database* (ASHRAE 1984).

ROUND FITTINGS

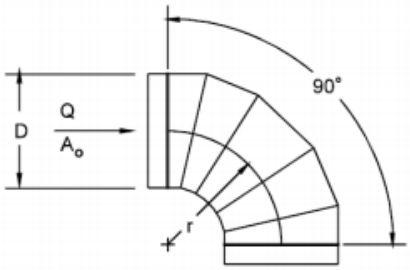
CD3-6 Elbow, Pleated, 60 Degree, r/D = 1.5

D, mm	100	150	200	250	300	350	400
C_o	0.45	0.34	0.27	0.23	0.20	0.19	0.19



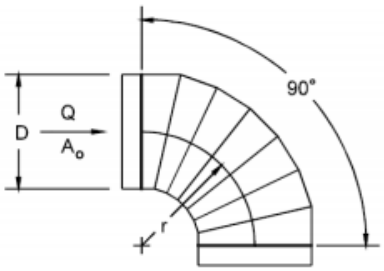
CD3-9 Elbow, 5 Gore, 90 Degree, r/D = 1.5

D, mm	75	150	230	300	380	450	530	600	690	750	1500
C_o	0.51	0.28	0.21	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.12	0.12



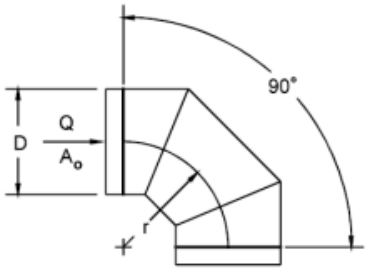
CD3-10 Elbow, 7 Gore, 90 Degree, r/D = 2.5

D, mm	75	150	230	300	380	450	690	1500
C_o	0.16	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06	0.05	0.03



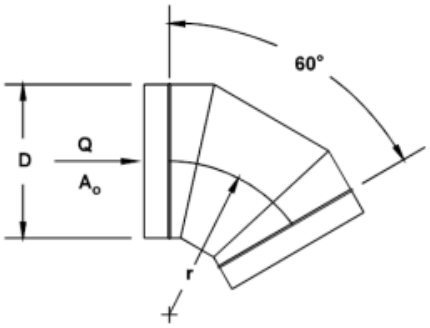
CD3-12 Elbow, 3 Gore, 90 Degree, r/D = 0.75 to 2.0

r/D	0.75	1.00	1.50	2.00
C_o	0.54	0.42	0.34	0.33



CD3-13 Elbow, 3 Gore, 60 Degree, r/D = 1.5

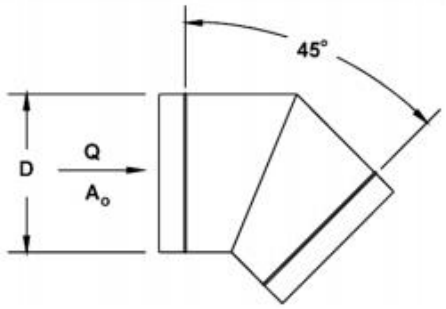
D, mm	75	150	230	300	380	450	530	600	690	750	1500
C_o	0.40	0.21	0.16	0.14	0.12	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09	0.09



تابع جداول (8.10) لايجاد معامل الفقد الحركي للمقاطع الدائرية

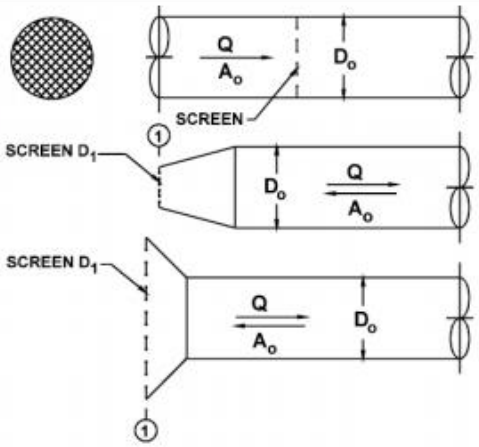
CD3-17 Elbow, Mitered, 45 Degree

D, mm	75	150	230	300	380	450	530	600	690	1500
C_o	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34



CD6-1 Screen (Only)

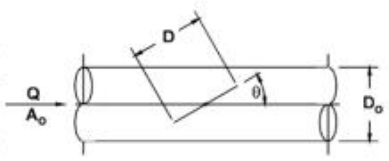
	C_o Values												
	n												
A_1/A_o	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.90	1.00
0.2	155.00	102.50	75.00	55.00	41.25	31.50	24.25	18.75	14.50	11.00	8.00	3.50	0.00
0.3	68.89	45.56	33.33	24.44	18.33	14.00	10.78	8.33	6.44	4.89	3.56	1.56	0.00
0.4	38.75	25.63	18.75	13.75	10.31	7.88	6.06	4.69	3.63	2.75	2.00	0.88	0.00
0.5	24.80	16.40	12.00	8.80	6.60	5.04	3.88	3.00	2.32	1.76	1.28	0.56	0.00
0.6	17.22	11.39	8.33	6.11	4.58	3.50	2.69	2.08	1.61	1.22	0.89	0.39	0.00
0.7	12.65	8.37	6.12	4.49	3.37	2.57	1.98	1.53	1.18	0.90	0.65	0.29	0.00
0.8	9.69	6.40	4.69	3.44	2.58	1.97	1.52	1.17	0.91	0.69	0.50	0.22	0.00
0.9	7.65	5.06	3.70	2.72	2.04	1.56	1.20	0.93	0.72	0.54	0.40	0.17	0.00
1.0	6.20	4.10	3.00	2.20	1.65	1.26	0.97	0.75	0.58	0.44	0.32	0.14	0.00
1.2	4.31	2.85	2.08	1.53	1.15	0.88	0.67	0.52	0.40	0.31	0.22	0.10	0.00
1.4	3.16	2.09	1.53	1.12	0.84	0.64	0.49	0.38	0.30	0.22	0.16	0.07	0.00
1.6	2.42	1.60	1.17	0.86	0.64	0.49	0.38	0.29	0.23	0.17	0.13	0.05	0.00
1.8	1.91	1.27	0.93	0.68	0.51	0.39	0.30	0.23	0.18	0.14	0.10	0.04	0.00
2.0	1.55	1.03	0.75	0.55	0.41	0.32	0.24	0.19	0.15	0.11	0.08	0.04	0.00
2.5	0.99	0.66	0.48	0.35	0.26	0.20	0.16	0.12	0.09	0.07	0.05	0.02	0.00
3.0	0.69	0.46	0.33	0.24	0.18	0.14	0.11	0.08	0.06	0.05	0.04	0.02	0.00
4.0	0.39	0.26	0.19	0.14	0.10	0.08	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00
6.0	0.17	0.11	0.08	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00



n = free area ratio of screen
A_o = area of duct
A_1 = cross-sectional area of duct or fitting where screen is located

CD9-1 Damper, Butterfly

	C_o Values											
	θ											
D/D_o	0	10	20	30	40	50	60	70	75	80	85	90
0.5	0.19	0.27	0.37	0.49	0.61	0.74	0.86	0.96	0.99	1.02	1.04	1.04
0.6	0.19	0.32	0.48	0.69	0.94	1.21	1.48	1.72	1.82	1.89	1.93	2.00
0.7	0.19	0.37	0.64	1.01	1.51	2.12	2.81	3.46	3.73	3.94	4.08	6.00
0.8	0.19	0.45	0.87	1.55	2.60	4.13	6.14	8.38	9.40	10.30	10.80	15.00
0.9	0.19	0.54	1.22	2.51	4.97	9.57	17.80	30.50	38.00	45.00	50.10	100.00
1.0	0.19	0.67	1.76	4.38	11.20	32.00	113.00	619.00	2010.00	10350.00	99999.00	99999.00

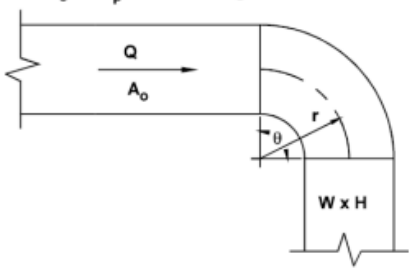


جداول (8.11) لايجاد معامل الفقد الحركي للمقاطع المستطيلة

RECTANGULAR FITTINGS

CR3-1 Elbow, Smooth Radius, Without Vanes

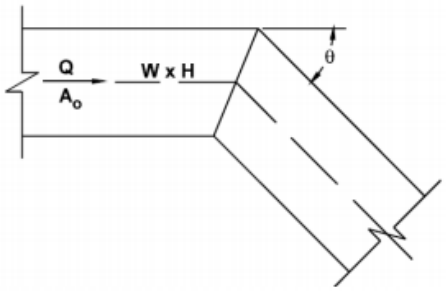
$C_o = KC_p$ where K = angle factor



C_p Values											
	H/W										
r/W	0.25	0.50	0.75	1.00	1.50	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	8.00
0.50	1.53	1.38	1.29	1.18	1.06	1.00	1.00	1.06	1.12	1.16	1.18
0.75	0.57	0.52	0.48	0.44	0.40	0.39	0.39	0.40	0.42	0.43	0.44
1.00	0.27	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.18	0.19	0.20	0.21	0.21
1.50	0.22	0.20	0.19	0.17	0.15	0.14	0.14	0.15	0.16	0.17	0.17
2.00	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13	0.13	0.14	0.14	0.15	0.15

Angle Factor *K*											
θ	0	20	30	45	60	75	90	110	130	150	180
K	0.00	0.31	0.45	0.60	0.78	0.90	1.00	1.13	1.20	1.28	1.40

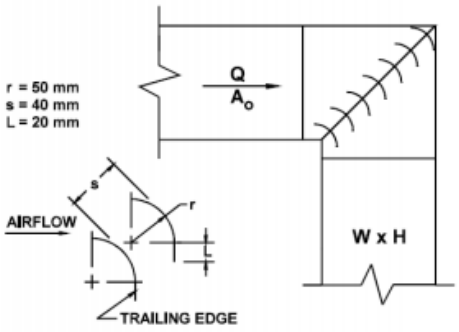
CR3-6 Elbow, Mitered



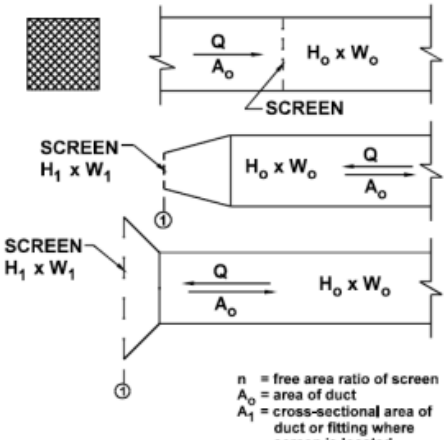
C_o Values											
	H/W										
θ	0.25	0.50	0.75	1.00	1.50	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	8.00
20	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05
30	0.18	0.17	0.17	0.16	0.15	0.15	0.13	0.13	0.12	0.12	0.11
45	0.38	0.37	0.36	0.34	0.33	0.31	0.28	0.27	0.26	0.25	0.24
60	0.60	0.59	0.57	0.55	0.52	0.49	0.46	0.43	0.41	0.39	0.38
75	0.89	0.87	0.84	0.81	0.77	0.73	0.67	0.63	0.61	0.58	0.57
90	1.30	1.27	1.23	1.18	1.13	1.07	0.98	0.92	0.89	0.85	0.83

CR3-10 Elbow, Mitered, 90 Degree, Single-Thickness Vanes (Design 2)

$C_o = 0.12$



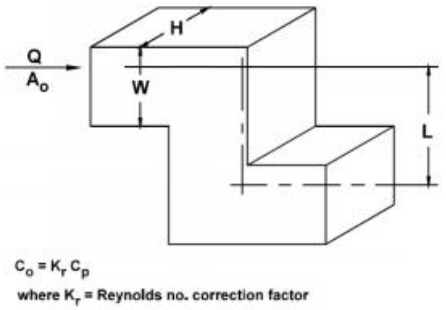
CR6-1 Screen (Only)



C_o Values													
	n												
A_1/A_o	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.90	1.00
0.2	155.00	102.50	75.00	55.00	41.25	31.50	24.25	18.75	14.50	11.00	8.00	3.50	0.00
0.3	68.89	45.56	33.33	24.44	18.33	14.00	10.78	8.33	6.44	4.89	3.56	1.56	0.00
0.4	38.75	25.63	18.75	13.75	10.31	7.88	6.06	4.69	3.63	2.75	2.00	0.88	0.00
0.5	24.80	16.40	12.00	8.80	6.60	5.04	3.88	3.00	2.32	1.76	1.28	0.56	0.00
0.6	17.22	11.39	8.33	6.11	4.58	3.50	2.69	2.08	1.61	1.22	0.89	0.39	0.00
0.7	12.65	8.37	6.12	4.49	3.37	2.57	1.98	1.53	1.18	0.90	0.65	0.29	0.00
0.8	9.69	6.40	4.69	3.44	2.58	1.97	1.52	1.17	0.91	0.69	0.50	0.22	0.00
0.9	7.65	5.06	3.70	2.72	2.04	1.56	1.20	0.93	0.72	0.54	0.40	0.17	0.00
1.0	6.20	4.10	3.00	2.20	1.65	1.26	0.97	0.75	0.58	0.44	0.32	0.14	0.00
1.2	4.31	2.85	2.08	1.53	1.15	0.88	0.67	0.36	0.40	0.31	0.22	0.10	0.00
1.4	3.16	2.09	1.53	1.12	0.84	0.64	0.49	0.38	0.30	0.22	0.16	0.07	0.00
1.6	2.42	1.60	1.17	0.86	0.64	0.49	0.38	0.29	0.23	0.17	0.13	0.05	0.00
1.8	1.91	1.27	0.93	0.68	0.51	0.39	0.30	0.23	0.18	0.14	0.10	0.04	0.00
2.0	1.55	1.03	0.75	0.55	0.41	0.32	0.24	0.19	0.15	0.11	0.08	0.04	0.00
2.5	0.99	0.66	0.48	0.35	0.26	0.20	0.16	0.12	0.09	0.07	0.05	0.02	0.00
3.0	0.69	0.46	0.33	0.24	0.18	0.14	0.11	0.08	0.06	0.05	0.04	0.02	0.00
4.0	0.39	0.26	0.19	0.14	0.10	0.08	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00
6.0	0.17	0.11	0.08	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00

تابع جداول (8.11) لايجاد معامل الفقد الحركي للمقاطع المستطيلة

CR3-17 Elbow, Z-Shaped



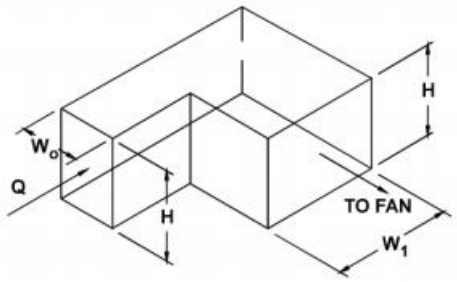
$C_o = K_r C_p$

where K_r = Reynolds no. correction factor

	C_p Values												
	L/W												
H/W	0.0	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	4.0	8.0	10.0	100.0
0.25	0.00	0.68	0.99	1.77	2.89	3.97	4.41	4.60	4.64	4.60	3.39	3.03	2.70	2.53
0.50	0.00	0.66	0.96	1.72	2.81	3.86	4.29	4.47	4.52	4.47	3.30	2.94	2.62	2.46
0.75	0.00	0.64	0.94	1.67	2.74	3.75	4.17	4.35	4.39	4.35	3.20	2.86	2.55	2.39
1.00	0.00	0.62	0.90	1.61	2.63	3.61	4.01	4.18	4.22	4.18	3.08	2.75	2.45	2.30
1.50	0.00	0.59	0.86	1.53	2.50	3.43	3.81	3.97	4.01	3.97	2.93	2.61	2.33	2.19
2.00	0.00	0.56	0.81	1.45	2.37	3.25	3.61	3.76	3.80	3.76	2.77	2.48	2.21	2.07
3.00	0.00	0.51	0.75	1.34	2.18	3.00	3.33	3.47	3.50	3.47	2.56	2.28	2.03	1.91
4.00	0.00	0.48	0.70	1.26	2.05	2.82	3.13	3.26	3.29	3.26	2.40	2.15	1.91	1.79
6.00	0.00	0.45	0.65	1.16	1.89	2.60	2.89	3.01	3.04	3.01	2.22	1.98	1.76	1.66
8.00	0.00	0.43	0.63	1.13	1.84	2.53	2.81	2.93	2.95	2.93	2.16	1.93	1.72	1.61

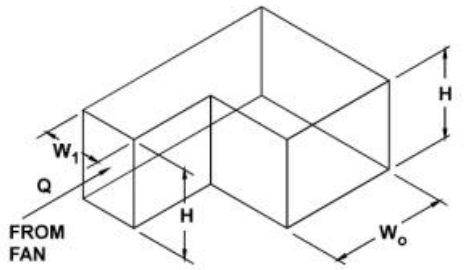
Reynolds No. Correction Factor K_r									
Re/1000	10	20	30	40	60	80	100	140	500
K_r	1.40	1.26	1.19	1.14	1.09	1.06	1.04	1.00	1.00

ER3-1 Elbow, 90 Degree, Variable Inlet/Outlet Areas, Exhaust/Return Systems



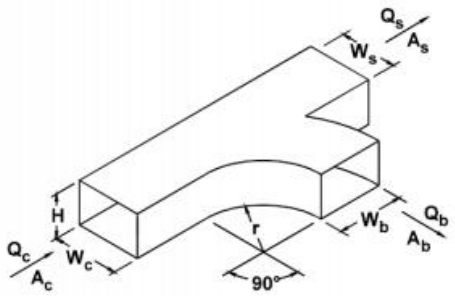
	C_o Values						
	W_1/W_o						
H/W_o	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	2.0
0.25	1.76	1.43	1.24	1.14	1.09	1.06	1.06
1.00	1.70	1.36	1.15	1.02	0.95	0.90	0.84
4.00	1.46	1.10	0.90	0.81	0.76	0.72	0.66
100.00	1.50	1.04	0.79	0.69	0.63	0.60	0.55

SR3-1 Elbow, 90 Degree, Variable Inlet/Outlet Areas, Supply Air Systems



	C_o Values						
	W_o/W_1						
H/W_1	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	2.0
0.25	0.63	0.92	1.24	1.64	2.14	2.71	4.24
1.00	0.61	0.87	1.15	1.47	1.86	2.30	3.36
4.00	0.53	0.70	0.90	1.17	1.49	1.84	2.64
100.00	0.54	0.67	0.79	0.99	1.23	1.54	2.20

SR5-1 Smooth Wye of Type $A_s + A_b \geq A_c$, Branch 90° to Main, Diverging



$r/W_b = 1.0$

$A_s = A_b \geq A_c$

		C_o Values								
		Q_b/Q_c								
A_s/A_c	A_b/A_c	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0.50	0.25	3.44	0.70	0.30	0.20	0.17	0.16	0.16	0.17	0.18
	0.50	11.00	2.37	1.06	0.64	0.52	0.47	0.47	0.47	0.48
	1.00	60.00	13.00	4.78	2.06	0.96	0.47	0.31	0.27	0.26
0.75	0.25	2.19	0.55	0.35	0.31	0.33	0.35	0.36	0.37	0.39
	0.50	13.00	2.50	0.89	0.47	0.34	0.31	0.32	0.36	0.43
	1.00	70.00	15.00	5.67	2.62	1.36	0.78	0.53	0.41	0.36
1.00	0.25	3.44	0.78	0.42	0.33	0.30	0.31	0.40	0.42	0.46
	0.50	15.50	3.00	1.11	0.62	0.48	0.42	0.40	0.42	0.46
	1.00	67.00	13.75	5.11	2.31	1.28	0.81	0.59	0.47	0.46

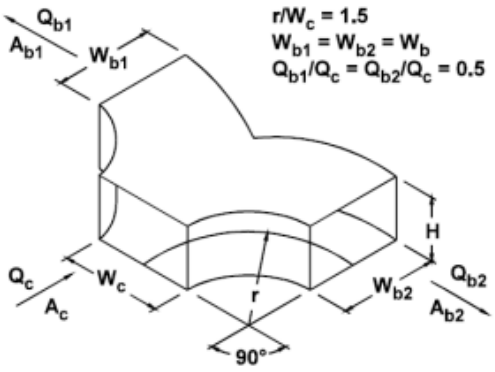
		C_s Values								
		Q_s/Q_c								
A_s/A_c	A_b/A_c	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0.50	0.25	8.75	1.62	0.50	0.17	0.05	0.00	−0.02	−0.02	0.00
	0.50	7.50	1.12	0.25	0.06	0.05	0.09	0.14	0.19	0.22
	1.00	5.00	0.62	0.17	0.08	0.08	0.09	0.12	0.15	0.19
0.75	0.25	19.13	3.38	1.00	0.28	0.05	−0.02	−0.02	0.00	0.06
	0.50	20.81	3.23	0.75	0.14	−0.02	−0.05	−0.05	−0.02	0.03
	1.00	16.88	2.81	0.63	0.11	−0.02	−0.05	0.01	0.00	0.07
1.00	0.25	46.00	9.50	3.22	1.31	0.52	0.14	−0.02	−0.05	−0.01
	0.50	35.00	6.75	2.11	0.75	0.24	0.00	−0.10	−0.09	−0.04
	1.00	38.00	7.50	2.44	0.81	0.24	−0.03	−0.08	−0.06	−0.02

تابع جداول **(8.11)** لايجاد معامل الفقد الحركي للمقاطع المستطيلة

SR5-14 Wye, Symmetrical, Dovetail, $Q_b/Q_c = 0.5$, Diverging

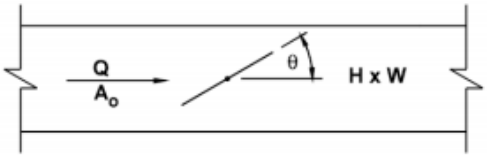
A_b/A_c	0.5	1.0
C_b	0.30	1.00

Branches are identical: $Q_{b1} = Q_{b2} = Q_b$, and $C_{b1} = C_{b2} = C_b$



CR9-1 Damper, Butterfly

	C_o Values									
	θ									
H/W	0	10	20	30	40	50	60	65	70	90
0.12	0.04	0.30	1.10	3.00	8.00	23.00	60.00	100.00	190.00	99999
0.25	0.08	0.33	1.18	3.30	9.00	26.00	70.00	128.00	210.00	99999
1.00	0.08	0.33	1.18	3.30	9.00	26.00	70.00	128.00	210.00	99999
2.00	0.13	0.35	1.25	3.60	10.00	29.00	80.00	155.00	230.00	99999



تصميم منظومات الانابيب Piping Design

*** حساب حجم خزان التمدد**

حجم خزان التمدد = نسبة الزيادة في حجم الماء من الجدول**(1.9)** + الحجم الكلي لماء المنظومة

جدول **(1.9)** تمدد الماء

نسبة الزيادة في حجم الماء %	درجة الحرارة (°C)
0.6	38
1.2	52
1.8	66
2.8	79
3.5	93
4.5	107

*** تصميم منظومة أنابيب الماء**

1- حساب معدل **تدفق الماء** ($\dot{V}$) **او** ($\dot{m}$)

$$q = \dot{m}_w . c_{p_w} . (t_2 - t_1) = \dot{V}_w . \rho_w . c_{p_w} . (t_2 - t_1) = 4190\ \dot{V}(t_2 - t_1)$$

في حالة **التدفئة** (حمل التدفئة على ذلك الملف + حمل التدفئة للحيز) $= q$

في حالة **التبريد** (حمل ملف التبريد = حمل تبريد الحيز + الاحمال الاخرى) $= q$

$c_{pw} = 4.19\ kJ/kg$

$\rho_w = 1000\ kg/m^3$

في حالة **عدم** اعطاء درجات الحرارة

1- في حالة **التدفئة**

$$(t_2 - t_1) = (80 - 70) = 10^o C$$
$$= (70 - 65)\ or\ (65 - 60) = 5^o C$$

2- في حالة **التبريد**

$$(t_2 - t_1) = (10 - 5.5) = 4.5^o C$$
$$= (11.1 - 5.5) = 6.5^o C$$
$$= (12.2 - 5.5) = 6.7^o C$$

2- اختيار **السرع** (v) المناسبة لتدفق الماء في حالة عدم اعطائها في السؤال من مخطط (**9.6**) تصميم منظومات الانابيب وكمايلي:

$d \leq 50mm\ (2In)$ $\quad v < 1.25m/s$

$d > 50mm\ (2In)$ $\quad 1.25\ m/s < v \leq 2.5m/s$

يمكن ان تزداد السرعة اكثر من هذه القيم أعلاه للانابيب الكبيرة.

3- يتم اختيار **الطول المكافيء الكلي** لاطول انبوب في المنظومة, (كما وردة في حسابات **مجاري الهواء**).

4- يتم اختيار **الطول المكافيء للحنيات والتراكيب الاخرى** من الجدول **(9.1)** بـ**(foot)** ثم يحول بـ**(m)**, حيث ان كل **(3.28 foot = 1m)**.

جدول **(9.1)** الطول المكافيء لتراكيب الانابيب بالقدم

الاحجام / التراكيب		حجم الانابيب عقدة (ملمتر)					
		3(80)	2(50)	1.5(40)	1.25(35)	1(25)	0.75(20)
عكس	90°	6.5	4.5	3.1	2.6	2.1	1.6
	45°	4.5	2.9	2.2	1.8	1.5	1.1
	90° طويل	3.0	2.1	1.6	1.3	1.0	0.8
تقسيم	100% تحويل جانبي	13	7.5	5.6	4.7	3.8	2.8
	50% تحويل جانبي	25	16.7	12.5	10.4	8.3	6.3
	33% تحويل جانبي	56	37.5	28.1	23.4	18.7	14.3
	25% تحويل جانبي	100	66.7	49.8	41.6	33.3	25
صمام	كروي (مفتوح)	66	50	36.8	33.8	25	18.7
	بوابي (مفتوح)	3.0	2.1	1.6	1.3	1.0	0.8
	سداد (مفتوح)	6.5	4.2	3.1	2.6	2.1	1.6
	زاوي (مفتوح)	12.5	8.3	6.2	5.2	4.2	3.6
مصغر		2.5	1.7	1.3	1.0	0.8	0.6
وحدة تدفئة		19	12.5	9.4	7.8	6.3	4.7

5- اختيار**حجم** الانابيب الرئيسة والفرعية من مخطط **(9.6)** تصميم احجام الانابيب من معرفة معدل تدفق الماء [$\dot{m}$ (kg/s)] وسرعته [**V** (m/s)] او هبوط ضغطه.

لحساب **علو الضغط**

$$H = \frac{2.f.l.u^2}{g.d}$$

التعجيل الارضي ($9.81 m/s^2$)	g	علو الضغط (Pressure head)(m)	H
قطر المجرى(m)	d	معامل الاحتكاك	f
سرعة المائع (m/s)	u	طول المجرى (m)	l

---

* لحساب **معدل التدفق** ($\dot{m}$):

1- من المعادلة (صعوبة الحل بها)

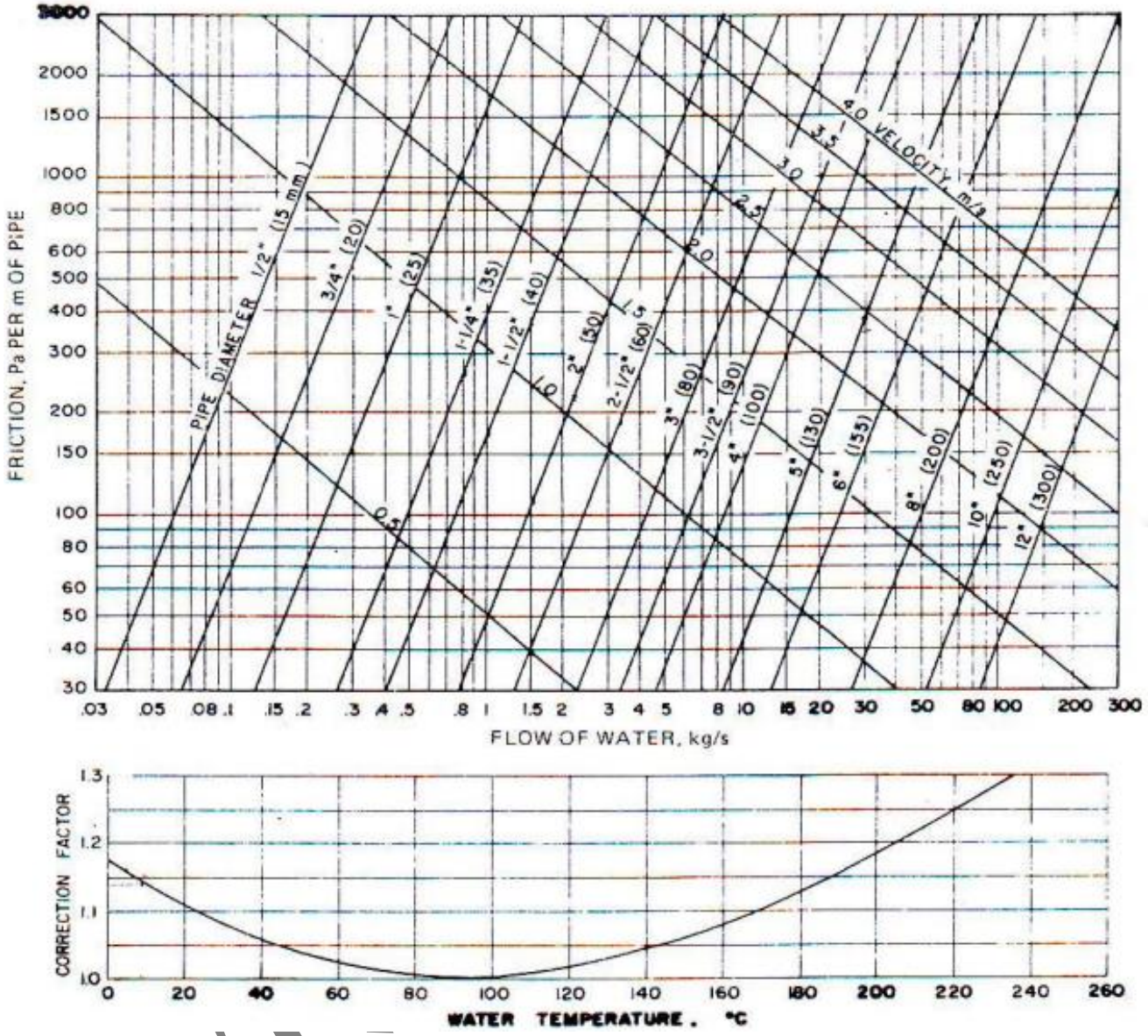
$$\dot{m} = M = -4(N_3.\Delta p.d^5)^{0.5}.Log(\frac{K_s}{3.7d} + \frac{N_4.d}{(N_3.\Delta p.d^5)^{0.5}})$$

2- او من **مخطط (9.6)** لتصميم الانابيب, والذي يشمل قيم كل من (Δp)(Pa/m), ($\dot{m}$)(L/s), (V)(m/s), (d)(mm). مع معامل تصحيح درجة حرارة الماء (K).

يتم **تصحيح** هبوط الضغط من المعادلة الاتية:

$$\Delta p_{corrected} = K.\Delta p_{chart}$$

مخطط (9.6) تصميم الانابيب



لسهولة الحل, يتم عمل الجدول البسيط ادناه:

الجزء	**Q** $\dot{v}$ (L/s)	**V** (m/s)	**Δp** (pa/m)	**d** (mm)
A				
B				
C				

*** مضخات الماء**

1- علو الضغط لكلي

$$H = (H_d + \frac{V_d^2}{2g}) - (H_s + \frac{V_s^2}{2g})$$

H_d, V_d= علو الضغط وسرعة الماء عن خط الدفع

H_s, V_s = علو الضغط وسرعة الماء عن خط السحب

2- الضغط الكلي للمضخة

$$P_t = \rho.g.H = (P_d + \frac{1}{2}\rho.V_d^2) - (P_s + \frac{1}{2}\rho.V_s^2)$$

P_d = الضغط عن خط الدفع

P_s = الضغط عن خط السحب

في **المنظومات المغلقة**

1- عند ربط خزان التمدد على جهة **سحب** المضخة فأن الضغط (وهو **اوطىء** ضغط استاتي في المنظومة)

يساوي: $P_s = P_o = \rho.g.h_o$

حيث ان (h_o) ارتفاع مستوى الماء في خزان التمدد.

2- عند ربط خزان التمدد على جهة **دفع** المضخة فأن الضغط (وهو **اعلى** ضغط استاتي في المنظومة)

يساوي: $P_d = P_o = \rho.g.h_o$

حيث ان (h_o) ارتفاع مستوى الماء في خزان التمدد.

في **المنظومات المفتوحة**

يربط خزان التمدد على جهة **سحب** المضخة فأن الضغط يساوي: $P_s = P_o = \rho.g.h_o$

حيث ان (h_o) ارتفاع مستوى الماء في خزان التمدد.

قدرة المضخة: $W_P = \dot{m}.g.H_t = \dot{V}.P_t$

كفاءة المضخة: $\eta_P = \frac{W_P}{W_m}$ حيث ان (W_m) قدرة محور دولاب المضخة (الماكنة).

*** قوانين المضخات**

1- $\frac{\dot{V}1}{\dot{V}2} = \frac{N_{F1}}{N_{F2}}$

2- $\frac{(P_s, P_v, P_t)_1}{(P_s, P_v, P_t)_2} = \frac{(N_{F1})^2}{(N_{F2})^2}$

3- $\frac{W_{m1}}{W_{m2}} = \frac{(N_{F1})^3}{(N_{F2})^3}$

ملاحظات

1- يتم **اختيار** مضخة مخطط (**9.7**)التي توفر علو ضغط يعادل علو الضغط الاستاتي في منظومة الانابيب بما فيها من صمامات وتقاسيم وتراكيب اخرى.

2- **تدور** المحركات والمضخات في البلدان التي يكون فيها التيار الكهربائي (50Hz) بسرعة (1450rpm) و (2900rpm), ويستحسن ان نستعمل السرعة الادنى لاطالة عمرها.

3- يكون **الضغط الحركي** على جانبي المضخة قليل جدا مقارنة مع الضغط الاستاتي في جميع المضخات عموما, لذا يهمل الضغط الحركي في الجانبين في حال عدم ذكره في السؤال ويؤخذ فرق الضغط الاستاتي للمضخة هو نفسه يساوي الضغط الكلي.

مخطط (**9.7**) لمنحنيات اداء المضخات ذات سرع (1450rpm) والمؤشرة بنجمة (2900rpm)