

คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การสอบปลายภาค ประจำปีการศึกษาที่ 1
วันที่ 5 ตุลาคม 2549
วิชา 215-314 : Mechanical Design I

ประจำปีการศึกษา 2549
เวลา 09.00-12.00 น.
ห้อง A 401

คำสั่ง

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 6 ข้อ แต่ละข้อมีคะแนนไม่เท่ากัน ให้ทำทุกข้อ ลงในกระดาษข้อสอบ
2. ห้ามสวมเสื้อ shop / jacket ทุกชนิดเข้าห้องสอบ
3. อนุญาตให้นำ lecture note เอกสารที่ผู้สอนแจกให้ และ note ที่นักศึกษาเตรียมมาด้วยลายมือตัวเองเข้าห้องสอบได้
4. หนังสือ และตำรา อนุญาตเฉพาะ Robert C. Juvinall, Kurt M. Marchek, "Fundamentals of Machine Component Design", 4th, John Wiley & Son, Inc.
5. สำเนาเอกสารที่ถ่ายจากหนังสือ หรือตำราทุกชนิด ห้ามนำเข้าห้องสอบ
6. อนุญาตให้ใช้คินสอทำข้อสอบได้
7. อนุญาตให้ใช้เครื่องคิดเลขได้ทุกชนิด
8. ข้อสอบมีทั้งหมด 18 แผ่น

ชื่อ..... รหัสนักศึกษา..... ตอน.....

ข้อ	1	2	3	4	5	6	รวม
คะแนนเต็ม	15	20	15	10	20	20	100
ทำได้							

ผศ.สมเกียรติ นาคกุล
ผศ.ดร.เจริญยุทธ เฉลียวกุล
ผู้ออกข้อสอบ

ชื่อ..... รหัสนักศึกษา..... ตอน.....

ข้อ 1. rubber mixer เครื่องหนึ่งทำงานที่ความเร็วรอบ 320 รอบต่อนาที ขับเคลื่อนด้วย electric motor ขนาด 75 hp motor หมุนด้วยความเร็วรอบ 960 รอบต่อนาที จงออกแบบระบบส่งกำลัง ถ้าต้องการส่งกำลังด้วย roller chain (15 คะแนน)

ชื่อ..... รหัสนักศึกษา..... ตอน.....

ข้อ 2. เพลาของเครื่องจักรชนิดหนึ่งที่มีความเร็วรอบ 3000 rpm ตำแหน่งที่จะติดตั้งตลับลูกปืน มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 40 มม. ถูกกระทำด้วย thrust load 2500 N และ radial load 4000 N ต้องการให้ตลับลูกปืนมีอายุการใช้งาน 30,000 ชั่วโมง ภายใต้ load factor = 1.1 และความน่าเชื่อถือ 98% จงหาชนิด และ bearing number ของตลับลูกปืนที่ใช้ (20 คะแนน)

ชื่อ..... รหัสนักศึกษา..... ตอน.....

ข้อ 3. ต้องการขับสายพานลำเลียง (belt conveyor) ชุดหนึ่งด้วย AC Hi-torque motor ขนาด 18.5 kW motor หมุนที่ความเร็วรอบ 1440 rpm ส่วนชุดสายพานลำเลียงทำงานที่ความเร็วรอบ 480 rpm และระบบถูกใช้งานวันละไม่เกิน 10 ชั่วโมง จงออกแบบระบบส่งกำลังด้วยสายพานวิที่ใช้กับงานนี้ (15 คะแนน)

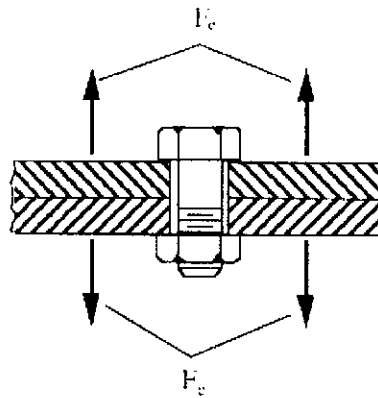
ชื่อ..... รหัสนักศึกษา..... ตอน.....

ข้อ 4. Two parts of machine are held together by bolts that are initially tightened to provide a total initial clamping force of 10,000 N. The stiffness of bolt (k_b) and plate (k_c) is $k_b = 0.5k_c$

a) What external separating force (F_c) to reduce clamping force to 1,000 N (assume the bolt remains within its elastic range) ?

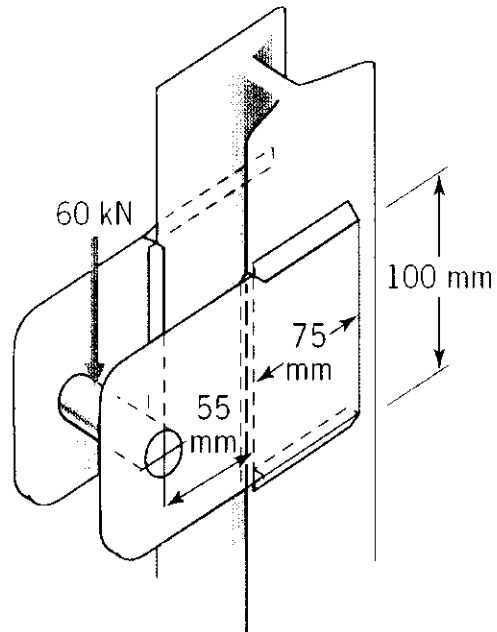
b) If this separating force is repeatedly applied and removed, what are the values of the mean and alternating forces acting on the bolts?

(10 points)



ชื่อ..... รหัสนักศึกษา..... ตอน.....

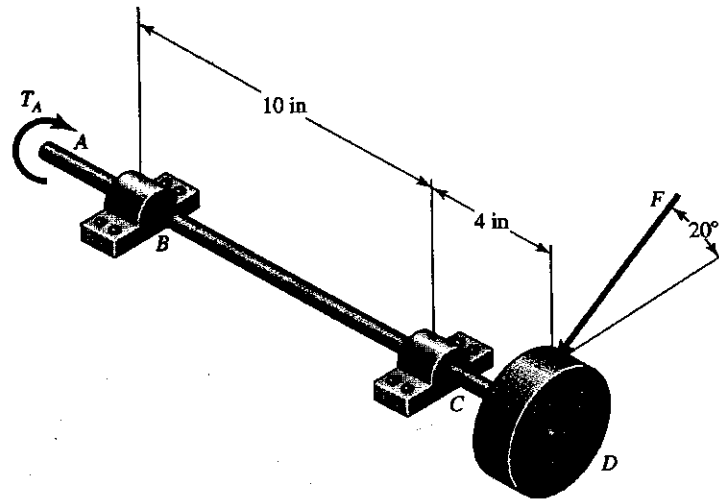
- ข้อ 5. The bracket shown is to support a total load (equally divided between two sides) of 60 kN. Using E60 series welding rod and a safety factor of 3.0, what size weld should be specified? (20 points)



Note: Each plate has two 75 mm welds and one 100 mm weld.

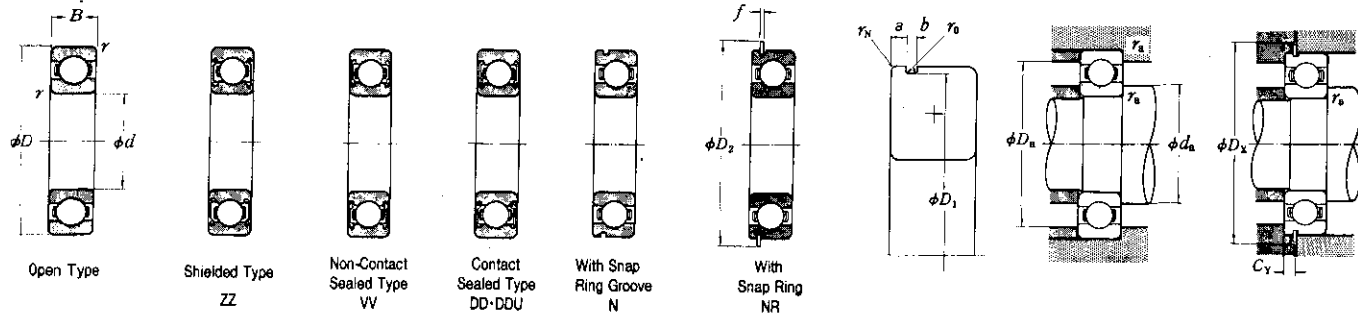
ข้อ..... รหัสนักศึกษา..... ตอน.....

- ข้อ 6. The rotating solid steel shaft is simply supported by bearing at points B and C and is driven by a gear D, which has a 6-in pitch diameter. The force F from drive gear acts at angle of 20° . The shaft transmits a torque to point A of $T_A = 3000$ lbf-in. The shaft is machined from steel with $S_y = 60$ kpsi and $S_{ut} = 80$ kpsi. Using a factor of safety of 2.5, determine the minimum allowable diameter of the shaft. Use fatigue stress concentration factors of $K_f = 1.8$ and $K_{fs} = 1.3$ (20 points)



SINGLE-ROW DEEP GROOVE BALL BEARINGS

Bore Diameter 25~45 mm



Dynamic Equivalent Load
 $P = X F_r + Y F_a$

C_{gr} F_a	e	$\frac{F_a}{F_r} \leq e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$	
		X	Y	X	Y
5	0.35	1	0	0.56	1.26
10	0.29	1	0	0.56	1.49
15	0.27	1	0	0.56	1.64
20	0.25	1	0	0.56	1.76
25	0.24	1	0	0.56	1.85
30	0.23	1	0	0.56	1.92
50	0.20	1	0	0.56	2.13
70	0.19	1	0	0.56	2.28

Static Equivalent Load

$\frac{F_a}{F_r} > 0.8, P_0 = 0.6 F_r + 0.5 F_a$

$\frac{F_a}{F_r} \leq 0.8, P_0 = F_r$

d	Boundary Dimensions (mm)				Basic Load Ratings (N)				Limiting Speeds (rpm)				Bearing Numbers		
	D	B	r	r_{min}	C_r	C_{or}	C_r	C_{or}	Grease		Oil	Open	Shielded	Sealed	
	Open		V-V		Oil		Open								
25	37	7	0.3		4 300	2 950	440	300	18 000	10 000	22 000	6805	ZZ	VV	DD
	42	9	0.3		7 050	4 550	715	460	16 000	10 000	19 000	6905	ZZ	VV	DDU
	47	8	0.3		8 850	5 600	905	570	15 000	—	18 000	16005	—	—	—
28	47	12	0.6		10 100	5 850	1 030	595	15 000	9 500	19 000	6005	ZZ	VV	DDU
	52	15	1		14 000	7 850	1 430	800	13 000	8 000	15 000	6205	ZZ	VV	DDU
	62	17	1.1		20 800	11 200	2 100	1 150	11 000	8 000	13 000	6305	ZZ	VV	DDU
30	52	12	0.6		12 500	7 400	1 270	755	14 000	8 500	16 000	60/28	ZZ	VV	DDU
	58	16	1		16 800	9 500	1 700	970	12 000	8 000	14 000	62/28	ZZ	VV	DDU
	68	18	1.1		26 700	14 000	2 730	1 430	10 000	7 500	13 000	63/28	ZZ	VV	DDU
32	42	7	0.3		4 500	3 450	460	350	15 000	9 000	18 000	6806	ZZ	VV	DD
	47	9	0.3		7 250	5 000	740	510	14 000	8 500	17 000	6906	ZZ	VV	DDU
	55	9	0.3		11 200	7 350	1 160	750	13 000	—	15 000	16006	—	—	—
35	55	13	1		13 200	8 300	1 350	845	13 000	8 000	15 000	6006	ZZ	VV	DDU
	62	16	1		19 500	11 300	1 880	1 150	11 000	7 500	13 000	6206	ZZ	VV	DDU
	72	19	1.1		26 700	15 000	2 720	1 530	9 500	6 700	12 000	6306	ZZ	VV	DDU
38	58	13	1		15 100	9 150	1 530	935	12 000	7 500	14 000	60/32	ZZ	VV	DDU
	65	17	1		20 700	11 600	2 120	1 190	10 000	7 100	12 000	62/32	ZZ	VV	DDU
	75	20	1.1		29 900	17 000	3 050	1 730	9 000	6 300	11 000	63/32	ZZ	VV	DDU
40	47	7	0.3		4 750	3 900	485	400	13 000	7 500	16 000	6807	ZZ	VV	DD
	55	10	0.6		10 600	7 250	1 080	740	12 000	7 500	15 000	6907	ZZ	VV	DDU
	62	9	0.3		11 700	8 200	1 190	835	11 000	—	13 000	16007	—	—	—
45	62	14	1		16 000	10 300	1 630	1 050	11 000	6 700	13 000	6007	ZZ	VV	DDU
	72	17	1.1		25 700	15 300	2 620	1 560	9 500	6 300	11 000	6207	ZZ	VV	DDU
	80	21	1.5		33 500	19 200	3 400	1 960	8 500	6 000	10 000	6307	ZZ	VV	DDU
50	52	7	0.3		4 900	4 350	500	445	12 000	6 700	14 000	6808	ZZ	VV	DD
	62	12	0.6		13 700	10 000	1 390	1 020	11 000	6 300	13 000	6908	ZZ	VV	DDU
	68	9	0.3		12 800	9 650	1 290	985	10 000	—	12 000	16008	—	—	—
60	68	15	1		16 800	11 500	1 710	1 180	10 000	6 000	12 000	6008	ZZ	VV	DDU
	80	18	1.1		23 100	17 800	2 970	1 820	8 500	5 600	10 000	6208	ZZ	VV	DDU
	90	23	1.5		40 500	24 000	4 150	2 450	7 500	5 300	9 000	6308	ZZ	VV	DDU
70	58	7	0.3		5 350	5 250	550	535	11 000	6 000	13 000	6809	ZZ	VV	DD
	68	12	0.6		14 100	10 900	1 440	1 110	9 500	5 600	12 000	6909	ZZ	VV	DDU
	75	10	0.6		14 900	11 400	1 520	1 160	9 000	—	11 000	16009	—	—	—
80	75	16	1		20 900	15 200	2 140	1 550	9 000	5 300	11 000	6009	ZZ	VV	DDU
	85	19	1.1		31 500	20 400	3 200	2 080	7 500	5 300	9 000	6209	ZZ	VV	DDU
	100	25	1.5		53 000	32 000	5 400	3 250	6 700	4 800	8 000	6309	ZZ	VV	DDU

With Snap Ring Groove	With Snap Ring	Snap Ring Groove Dimensions (1)					Snap Ring (2) Dimensions		Abutment and Fillet Dimensions					Mass (kg)
		a	b	D_1	r_0	r_N	D_2	f	d_a	D_B	r_B	D_x	C_Y	
N	NR	1.3	0.95	35.7	0.25	0.3	39.8	0.85	27	27	35	0.3	40.5	1.8
N	NR	1.7	0.95	40.7	0.25	0.3	44.8	0.85	27	28.5	40	0.3	45.5	2.3
N	NR	—	—	—	—	—	—	—	27	—	45	0.3	—	0.059
N	NR	2.06	1.35	44.6	0.4	0.5	52.7	1.12	29	30	43	0.6	53.5	2.9
N	NR	2.46	1.35	49.73	0.4	0.5	57.9	1.12	30	32	47	1	58.5	3.3
N	NR	3.28	1.9	59.61	0.6	0.6	67.7	1.7	31.5	36	55.5	1	68.5	4.6
N	NR	2.06	1.35	49.73	0.4	0.5	57.9	1.12	32	34	48	0.6	58.5	2.9
N	NR	2.46	1.35	55.8	0.4	0.5	63.7	1.12	33	35.5	53	1	64.5	3.3
N	NR	3.28	1.9	64.82	0.6	0.5	74.6	1.7	34.5	38	61.5	1	76	4.6
N	NR	1.3	0.95	40.7	0.25	0.3	44.8	0.85	32	32	40	0.3	45.5	1.8
N	NR	1.7	0.95	45.7	0.25	0.3	49.8	0.85	32	34	45	0.3	50.5	2.3
N	NR	—	—	—	—	—	—	—	32	—	53	0.3	—	0.087
N	NR	2.08	1.35	52.6	0.4	0.5	60.7	1.12	35	36.5	50	1	61.5	2.9
N	NR	3.28	1.9	59.61	0.6	0.5	67.7	1.7	35	38.5	57	1	68.5	4.6
N	NR	3.28	1.9	68.81	0.6	0.5	78.6	1.7	36.5	42.5	65.5	1	80	4.6
N	NR	2.08	1.35	55.6	0.4	0.5	63.7	1.12	37	38.5	53	1	64.5	2.9
N	NR	3.28	1.9	62.6	0.6	0.5	70.7	1.7	37	40	60	1	71.5	4.6
N	NR	3.28	1.9	71.83	0.6	0.5	81.6	1.7	38.5	44.5	68.5	1	83	4.6
N	NR	1.3	0.95	45.7	0.25	0.3	49.8	0.85	37	37	45	0.3	50.5	1.8
N	NR	1.7	0.95	53.7	0.25	0.5	57.8	0.85	39	39	51	0.6	58.5	2.3
N	NR	—	—	—	—	—	—	—	37	—	60	0.3	—	0.107
N	NR	2.08	1.9	59.61	0.6	0.5	67.7	1.7	40	41.5	57	1	68.5	3.4
N	NR	3.28	1.9	68.81	0.6	0.5	78.6	1.7	41.5	44.5	65.5	1	80	4.6
N	NR	3.28	1.9	78.81	0.6	0.5	86.6	1.7	43	47	72	1.5	88	4.6
N	NR	1.3	0.95	50.7	0.25	0.3	54.8	0.85	42	42	50	0.3	55.5	1.8
N	NR	1.7	0.95	60.7	0.25	0.5	64.8	0.85	44	48	59	0.6	65.5	2.3
N	NR	—	—	—	—	—	—	—	42	—	66	0.3	—	0.13
N	NR	2.49	1.9	64.82	0.6	0.5	74.6	1.7	45	47.5	63	1	76	3.8
N	NR	3.28	1.9	76.81	0.6	0.5	86.6	1.7	46.5	50.5	73.5	1	89	4.6
N	NR	3.28	2.7	86.79	0.6	0.5	96.5	2.46	48	53	82	1.5	98	5.4
N	NR	1.3	0.95	56.7	0.25	0.3	60.8	0.85	47	47.5	56	0.3	61.5	1.8
N	NR	1.7	0.95	66.7	0.25	0.5	70.8	0.85	49	50	64	0.6	72	2.3
N	NR	—	—	—	—	—	—	—	48	—	71	0.6	—	0.167
N	NR	2.49	1.9	71.83	0.6	0.5	81.6	1.7	50	53.5	70	1	83	3.8
N	NR	3.28	1.9	81.81	0.6	0.5	91.6	1.7	51.5	55.5	78.5	1	93	4.6
N	NR	3.28	2.7	96.8	0.6	0.5	106.5	2.46	53	61.5	92	1.5	108	5.4

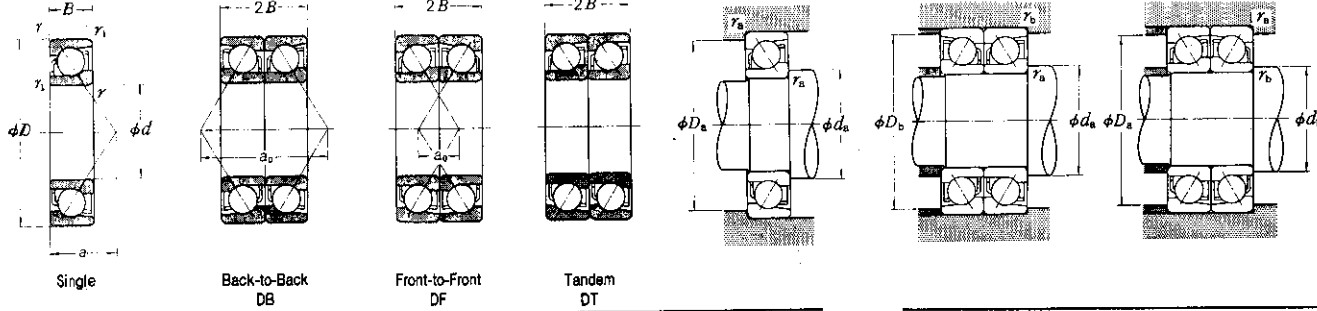
Notes (1) For tolerances for the snap ring grooves and snap ring dimensions, refer to Pages A50 to A53.
 (2) When heavy axial loads are applied, increase d_a and decrease D_B from the above values.

Remarks 1. Diameter Series 7 (extra thin section bearings) are also available, please contact NSK.
 2. When using bearings with rotating outer rings, contact NSK if they are sealed, shielded, or have snap rings.

ANGULAR CONTACT BALL BEARINGS

SINGLE/MATCHED MOUNTINGS

Bore Diameter 40~55 mm



Dynamic Equivalent Load $P = X F_r + Y F_a$

Table with 3 columns: Contact Angle, Single DT (X, Y), and DB or DF (X, Y). Rows list contact angles 15, 25, 30, and 40 degrees.

Static Equivalent Load $P_0 = X_0 F_r + Y_0 F_a$

Table with 3 columns: Contact Angle, Single DT (X0, Y0), and DB or DF (X0, Y0). Rows list contact angles 15, 25, 30, and 40 degrees.

Main table for bearing specifications for bore diameters 40-55 mm. Columns include Boundary Dimensions, Basic Load Ratings, Limiting Speeds, Eff. Load Centers, Abutment and Fillet Dimensions, and Mass.

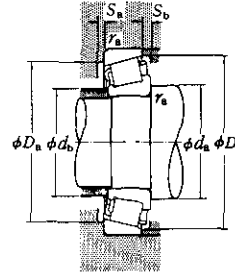
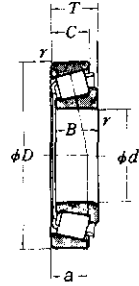
Main table for bearing specifications for bore diameters 60-100 mm. Columns include Bearing Numbers, Basic Load Ratings, Limiting Speeds, Load Center Spacings, and Abutment and Fillet Dimensions.

Notes (1) For applications operating near the limiting speed, refer to Page B49. (2) The suffixes A, AS, B, and C represent contact angles of 30°, 25°, 40°, and 15° respectively.

Note (1) For bearings marked — in the column for da, da and ra for shafts are da (min) and ra (max) respectively.

SINGLE-ROW TAPERED ROLLER BEARINGS

Bore Diameter 35~45 mm



Dynamic Equivalent Load

$$P = X F_r + Y F_a$$

$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$	
X	Y	X	Y
1	0	0.4	Y_1

Static Equivalent Load

$$P_0 = 0.5 F_r + Y_0 F_a$$

When $F_r > 0.5 F_r + Y_0 F_a$, use $P_0 = F_r$

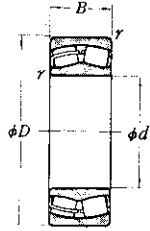
The values of e , Y_1 , and Y_0 are given in the table below.

d	Boundary Dimensions (mm)				CONE CUP		Basic Load Ratings (N)				Limiting Speeds (rpm)		Bearing Numbers	Abutment and Fillet Dimensions (mm)								Eff. Load Centers (mm) a	Constant e	Axial Load Factors		Mass (kg) approx		
	D	T	B	C	r	r_min	C _T	C _{0r}	C _r	C _{0r}	Grease	Oil		d _b min	d _b max	D _a min	D _b min	S _a min	S _b min	r _a min	r _a max			Y ₁	Y ₀			
35	72	28	28	22	1.5	1.5	86 500	108 000	8 850	11 100	5 300	7 100	HR 33207 J	2DF	46	41	63	61	69	5	6	1	1	18.3	0.35	1.7	0.93	0.54
	80	22.75	21	15	2	1.5	62 000	68 000	6 350	6 950	4 300	6 000	HR 30307 DJ	7FB	61	44	71	62	77	3	7.5	1.5	1.5	25.2	0.83	0.73	0.40	0.617
	80	22.75	21	16	2	1.5	68 000	70 600	6 900	7 200	4 800	6 300	HR 30307 C	—	47	44	71	65	75	3	6.5	1.5	1.5	20.3	0.55	1.1	0.60	0.517
40	80	22.75	21	18	2	1.5	76 000	79 000	7 750	8 050	4 800	6 700	HR 30307 J	2FB	47	45	71	69	75	3	4.5	1.5	1.5	16.7	0.32	1.9	1.0	0.536
	80	32.75	31	24	2	1.5	89 000	110 000	9 050	11 200	4 800	6 300	HR 32307 C	—	49	44	71	61	75	3	8.5	1.5	1.5	23.7	0.47	1.3	0.70	0.782
	80	32.75	31	25	2	1.5	99 000	111 000	10 100	11 300	5 000	6 700	HR 32307 J	2FE	49	43	71	66	75	3	7.5	1.5	1.5	20.7	0.32	1.9	1.0	0.763
45	62	15	15	12	0.6	0.6	34 000	47 000	3 450	4 800	5 600	7 500	HR 32908 J	2BC	48	44	57	57	60	3	3	0.6	0.6	11.5	0.29	2.1	1.1	0.161
	68	19	19	14.5	1	1	52 500	71 000	5 400	7 250	5 300	7 100	HR 32008 XJ	3CD	49	45	62	60	66	4	4.5	1	1	15.0	0.38	1.6	0.87	0.279
	68	22	22	18	1	1	59 000	81 500	6 000	8 300	5 300	7 100	HR 33008 J	2BE	49	46	62	61	66	4	4	1	1	14.6	0.28	2.1	1.2	0.322
80	19.75	18	14	1.5	1.5	59 500	69 000	6 050	7 050	4 500	6 000	HR 30208 C	—	51	49	71	67	77	3	5.5	1	1	21.5	0.64	0.94	0.52	0.425	
	19.75	18	16	1.5	1.5	63 500	70 000	6 450	7 150	4 800	6 300	HR 30208 J	3DB	51	48	71	69	75	3	3.5	1	1	16.6	0.38	1.6	0.88	0.436	
	19.75	24	19	1.5	1.5	77 000	90 500	7 900	9 200	4 800	6 300	HR 32208 J	3DC	51	48	71	68	76	3	5.5	1	1	18.9	0.38	1.6	0.88	0.547	
90	24	23	19	1.5	1.5	74 000	90 500	7 580	9 200	4 500	6 300	HR 32208 CJ	5DC	51	47	71	65	77	3	5.5	1	1	21.9	0.55	1.1	0.60	0.657	
	80	32	33	26	1.5	1.5	107 000	137 000	10 900	14 000	4 800	6 300	HR 33208 J	2DE	51	46	71	67	77	5	7	1	1	20.8	0.36	1.7	0.92	0.744
	90	25	23	17	2	1.5	80 000	89 500	8 150	9 150	3 800	5 300	HR 30308 DJ	7FB	56	60	81	70	88	3	8	1.5	1.5	28.7	0.83	0.73	0.40	0.726
90	25	23	18	2	1.5	84 500	93 500	8 600	9 500	4 300	5 600	HR 30308 C	—	52	50	81	72	84	3	7	1.5	1.5	22.7	0.53	1.1	0.62	0.733	
	90	25	23	20	2	1.5	90 500	101 000	9 250	10 300	4 300	5 600	HR 30308 J	2FB	52	52	81	76	84	3	5	1.5	1.5	19.5	0.35	1.7	0.96	0.756
	90	35	33	25	2	1.5	107 000	129 000	10 900	13 100	4 300	5 600	HR 32308 C	—	54	48	81	68	86	3	10	1.5	1.5	26.8	0.55	1.1	0.60	1.03
90	35	25	33	27	2	1.5	120 000	145 000	12 200	14 800	4 300	6 000	HR 32308 J	2FD	54	50	81	73	84	3	8	1.5	1.5	23.4	0.35	1.7	0.96	1.05
	68	15	15	12	0.6	0.6	35 000	51 000	3 600	5 200	5 000	6 700	HR 32909 J	2BC	53	50	63	62	65	3	3	0.6	0.6	12.1	0.32	1.9	1.0	0.187
	75	20	20	15.5	1	1	60 000	83 000	6 150	8 450	4 500	6 300	HR 32009 XJ	3CC	54	51	69	67	73	4	4.5	1	1	16.6	0.39	1.5	0.84	0.353
80	26	26	20.5	1.5	1.5	84 000	113 000	8 550	11 600	4 500	6 000	HR 33009 J	2CE	54	51	69	67	72	4	5	1	1	16.3	0.29	2.0	1.1	0.414	
	85	20.75	19	15	1.5	1.5	63 000	78 500	6 450	8 000	4 300	5 600	HR 33109 J	3CE	56	51	71	69	78	4	5.5	1	1	19.1	0.38	1.6	0.86	0.552
	85	20.75	19	16	1.5	1.5	68 500	79 500	6 950	8 100	4 300	6 000	HR 30209 C	—	56	53	76	70	80	3	5.5	1	1	21.4	0.58	1.0	0.57	0.475
85	24	23	19	1.5	1.5	83 000	102 000	8 500	10 400	4 300	6 000	HR 30209 J	3DB	56	53	76	74	81	3	4.5	1	1	18.3	0.41	1.5	0.81	0.467	
	85	24	23	19	1.5	1.5	75 500	95 500	7 700	9 750	4 300	5 600	HR 32209 J	3DC	56	53	76	73	81	3	5.5	1	1	20.1	0.41	1.5	0.81	0.601
	85	32	32	25	1.5	1.5	111 000	147 000	11 300	15 000	4 300	6 000	HR 32209 CJ	5DC	56	52	76	70	84	3	5.5	1	1	23.6	0.59	1.0	0.58	0.803
100	27	25	20	2.5	2.5	91 000	116 000	9 250	11 800	3 600	5 000	HR 33209 J	3DE	56	51	76	72	83	5	7	1	1	22.0	0.39	1.6	0.86	0.817	
	100	27	25	18	2	1.5	95 500	109 000	9 750	11 100	3 400	4 800	T 7FC 045	7FC	60	54	83	71	93	3	9	2	2	32.6	0.87	0.69	0.38	0.945
	100	27	25	19	2	1.5	103 000	117 000	10 500	12 000	3 600	5 000	HR 30309 DJ	7FB	61	57	91	79	97	3	9	1.5	1.5	31.5	0.83	0.73	0.40	0.955
100	27	25	22	2	1.5	112 000	127 000	11 400	12 900	3 800	5 300	HR 30309 C	—	57	57	91	82	95	3	8	1.5	1.5	25.5	0.55	1.1	0.60	0.974	
	100	38	36	28	2	1.5	133 000	168 000	13 600	17 100	3 800	5 300	HR 30309 J	2FB	57	58	91	86	94	3	5	1.5	1.5	21.1	0.35	1.7	0.96	1.01
	100	38	36	30	2	1.5	144 000	177 000	14 700	18 000	3 800	5 300	HR 32309 C	2FD	59	58	91	77	97	3	10	1.5	1.5	30.6	0.57	1.1	0.58	1.42
100	38	36	30	2	1.5	144 000	177 000	14 700	18 000	3 800	5 300	HR 32309 J	2FB	59	58	91	82	95	3	8	1.5	1.5	25.0	0.35	1.7	0.96	1.41	

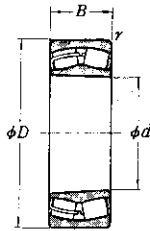
Remarks The suffix C represents medium-angle tapered roller bearings. Since they are designed for specific applications, please consult NSK when using bearings with suffix C.

SPHERICAL ROLLER BEARINGS

Bore Diameter 25~80 mm



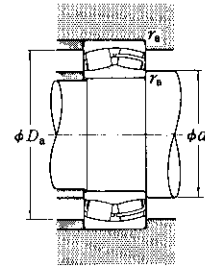
Cylindrical Bore



Tapered Bore



With an Oil Groove and Holes



Dynamic Equivalent Load

$$P = X F_r + Y F_a$$

$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$	
X	Y	X	Y
1	Y_3	0.67	Y_2

Static Equivalent Load

$$P_0 = F_r + Y_0 F_a$$

The values of e , Y_2 , Y_3 , and Y_0 are given in the table below.

Boundary Dimensions (mm)				Basic Load Ratings (N)				Limiting Speeds (rpm)			Bearing
d	D	B	r min	C_r	C_{0r}	C_r	C_{0r}	Grease	Oil	Cylindrical Bore	
25	52	18	1	44 000	45 500	4 500	4 650	8 000	10 000	22205 H	
	82	17	1.1	43 000	40 500*	4 350	4 150	5 300	6 700	21305 CD	
30	62	20	1	58 500	61 500	6 000	6 250	6 700	8 500	22206 H	
	72	19	1.1	55 000	54 000	5 600	5 600	4 500	6 000	21306 CD	
35	72	23	1.1	78 500	84 000	8 000	8 550	5 600	7 100	22207 H	
	80	21	1.5	71 500	76 000	7 250	7 750	4 000	5 300	21307 CD	
40	80	23	1.1	89 500	95 000	9 150	9 700	5 000	6 300	22208 H	
	90	23	1.5	87 500	93 000	8 900	9 500	3 600	4 500	21308 CD	
	90	33	1.5	135 000	152 000	13 800	15 500	4 500	6 000	22308 H	
45	85	23	1.1	95 000	107 000	9 650	10 900	4 500	6 000	22209 H	
	100	25	1.5	103 000	107 000	10 500	10 900	3 200	4 000	21309 CD	
	100	36	1.5	160 000	181 000	16 400	18 400	4 000	5 300	22309 H	
50	90	23	1.1	99 500	116 000	10 200	11 900	4 300	5 300	22210 H	
	110	27	2	118 000	128 000	12 100	13 000	2 800	3 800	21310 CD	
	110	40	2	197 000	224 000	20 100	22 600	3 800	4 900	22310 H	
55	100	25	1.5	122 000	143 000	12 400	14 500	3 800	5 000	22211 H	
	120	29	2	140 000	164 000	14 300	16 700	2 600	3 400	21311 CD	
	120	43	2	226 000	264 000	23 100	26 900	3 400	4 300	22311 H	
60	110	28	1.5	150 000	174 000	15 300	17 700	3 600	4 500	22212 H	
	130	31	2.1	183 000	195 000	16 600	19 900	2 400	3 200	21312 CD	
	130	46	2.1	265 000	310 000	27 100	31 600	3 200	4 000	22312 H	
65	120	31	1.5	175 000	216 000	17 900	22 000	3 200	4 000	22213 H	
	140	33	2.1	180 000	217 000	18 400	22 100	2 200	3 000	21313 CD	
	140	48	2.1	305 000	355 000	31 000	36 500	3 000	3 800	22313 H	
70	125	31	1.5	182 000	230 000	18 600	23 500	3 000	3 800	22214 H	
	150	35	2.1	216 000	258 000	22 000	26 300	2 000	2 800	21314 CD	
	150	51	2.1	335 000	400 000	34 500	41 000	2 800	3 400	22314 H E4	
75	130	31	1.5	190 000	247 000	19 400	25 200	3 000	3 800	22215 H	
	160	37	2.1	236 000	283 000	24 000	28 800	1 900	2 600	21315 CD	
	160	55	2.1	385 000	465 000	39 600	47 500	2 600	3 200	22315 H E4	
80	140	33	2	214 000	273 000	21 900	27 800	2 800	3 400	22216 H	
	170	39	2.1	263 000	315 000	26 900	32 000	1 800	2 400	21316 CD	
	170	58	2.1	430 000	525 000	44 000	53 500	2 400	3 000	22316 H E4	

Numbers ⁽¹⁾	Abutment and Fillet Dimensions (mm)				Constant	Axial Load Factors			Mass (kg) approx	
	Tapered Bore ⁽²⁾		d_a	D_a		r_a	e	Y_2		Y_3
	min	max	max	min	max					
22205 HK	31	31	46	45	1	0.35	2.9	1.9	1.9	0.15
21305 CDK	32	34	55	51	1	0.29	3.4	2.3	2.3	0.25
22206 HK	36	37	56	54	1	0.33	3.1	2.1	2.0	0.25
21306 CDK	37	40	65	59	1	0.28	3.6	2.4	2.3	0.38
22207 HK	42	43	65	63	1	0.32	3.1	2.1	2.0	0.38
21307 CDK	44	47	71	67	1.5	0.28	3.6	2.4	2.4	0.51
22208 HK	47	48	73	70	1	0.29	3.5	2.3	2.3	0.47
21308 CDK	49	53	81	76	1.5	0.26	3.8	2.6	2.5	0.71
22308 H	49	52	81	77	1.5	0.37	2.7	1.8	1.8	0.95
22209 HK	52	53	78	75	1	0.26	3.8	2.6	2.5	0.51
21309 CDK	54	57	91	84	1.5	0.26	3.8	2.6	2.5	0.95
22309 H	54	58	91	86	1.5	0.37	2.7	1.8	1.8	1.28
22210 HK	57	59	83	81	1	0.24	4.1	2.8	2.7	0.55
21310 CDK	60	65	100	93	2	0.26	3.9	2.6	2.6	1.24
22310 H	60	62	100	94	2	0.38	2.6	1.8	1.7	1.7
22211 HK	64	65	91	90	1.5	0.24	4.2	2.8	2.8	0.74
21311 CDK	65	74	110	102	2	0.26	3.9	2.6	2.6	1.62
22311 H	65	69	110	102	2	0.36	2.8	1.9	1.8	2.2
22212 HK	69	70	101	99	1.5	0.25	4.1	2.7	2.7	1.02
21312 CDK	72	82	118	112	2	0.26	4.1	2.7	2.7	1.99
22312 H	72	74	118	111	2	0.37	2.7	1.8	1.8	2.73
22213 HK	74	78	111	108	1.5	0.25	4.0	2.7	2.6	1.41
21313 CDK	77	88	128	120	2	0.25	4.1	2.7	2.7	2.48
22313 H	77	79	128	119	2	0.35	2.9	1.9	1.9	3.36
22214 HK	79	83	116	112	1.5	0.24	4.2	2.8	2.8	1.49
21314 CDK	82	93	138	128	2	0.23	4.3	2.9	2.8	2.99
22314 H E4	82	87	138	128	2	0.36	2.9	1.9	1.9	4.07
22215 HK	84	89	121	118	1.5	0.22	4.5	3.0	2.9	1.57
21315 CDK	87	99	148	136	2	0.23	4.3	2.9	2.8	3.62
22315 H E4	87	92	148	137	2	0.35	2.9	1.9	1.9	5.01
22216 HK	90	94	130	127	2	0.23	4.4	3.0	2.9	1.9
21316 CDK	92	105	158	145	2	0.23	4.4	2.9	2.9	4.31
22316 H E4	92	98	158	145	2	0.35	2.9	1.9	1.9	5.99

Notes (1) The bearings with suffix H (HK) have polyamide cages. The maximum operating temperature should be less than 120°C.
(2) The suffix K represents bearings with tapered bores (taper 1: 12).

Remarks 1. Bearings with outer rings having oil grooves and holes are also available.
2. For the dimensions of adapters and withdrawal sleeves, refer to Pages B340 to B342, and B348.