

HỘI CƠ HỌC VIỆT NAM
TRUNG TÂM HUẤN LUYỆN VÀ PHỔ BIẾN CƠ HỌC



**OLYMPIC CƠ HỌC
TOÀN QUỐC
LẦN THỨ XXVIII – 2016**

HÀ NỘI – 2016

HỘI CƠ HỌC VIỆT NAM
TRUNG TÂM HUẤN LUYỆN VÀ PHỔ BIẾN CƠ HỌC



**OLYMPIC CƠ HỌC
TOÀN QUỐC
LẦN THỨ XXVIII – 2016**

HÀ NỘI – 2016

HỘI CƠ HỌC VIỆT NAM
TRUNG TÂM HUẤN LUYỆN VÀ PHỔ BIẾN CƠ HỌC

OLYMPIC CƠ HỌC
TOÀN QUỐC LẦN THỨ XXVIII – 2016

BAN BIÊN TẬP

PGS. TS. Nguyễn Đăng Tộ – Chủ biên
GS. TSKH. Đỗ Sanh
GS. TSKH. Nguyễn Tài
GS. TS. Nguyễn Mạnh Yên
GS. TS. Nguyễn Xuân Lạc
PGS. TS. Vương Văn Thành
PGS. TS. Nguyễn Hữu Lộc
PGS. TS. Phạm Tiến Đạt
PGS. TS. Vũ Công Hàm
TS. Nguyễn Quang Hoàng
ThS. Nguyễn Văn Quyền

HÀ NỘI ~ 2016

**OLYMPIC CƠ HỌC TOÀN QUỐC
LẦN THỨ XXVII - 2016**

Các cơ quan đồng tổ chức

Bộ Giáo dục và Đào tạo - Liên hiệp các Hội Khoa học-Kỹ thuật Việt nam

Hội Cơ học Việt Nam - Hội Sinh viên Việt Nam

Các trường đăng cai

Đại học Bách khoa Hà nội:	I , VI , XII , XIX, XXV
Đại học Thủy lợi:	II , VII , XIII , XX , XXVII
Đại học Giao thông Vận tải:	III , VIII , XIV, XXIII
Đại học Xây dựng:	IV , X , XVI, XXIV
Học viện Kỹ thuật Quân sự:	V , XI , XVIII, XXVI
Đại học Kiến trúc:	IX , XV, XXII, XXVIII
ĐH KTCN-ĐH Thái Nguyên:	XVII
Đại học Hàng Hải:	XXI
Đại học Bách khoa Đà Nẵng:	II + XXVIII
Đại học bách khoa Tp.HCM:	II, IV, VI, VIII, X, XII, XVII, XX, XXV
ĐH Sư phạm Kỹ thuật Tp.HCM:	III, VII, IX, XVIII, XXIV
Đại học Nông Lâm Tp.HCM:	V , XV
ĐH Công nghệ Tp.HCM:	XIII , XIX, XXVII
ĐH Giao thông vận tải (Cơ sở 2):	XIV
ĐH Giao thông vận tải Tp. HCM:	XVI, XXIII, XXVIII
Đại học Bình Dương:	XXI
Đại học Cửu Long:	XXII, XXVI

Các môn thi

Cơ học kỹ thuật	Sức bền vật liệu	Cơ học kết cấu	Thủy lực	Cơ học đất	Nguyên lý máy	Chi tiết máy	ỨDTH trong Cơ học
I + XXVIII	I + XXVIII	III + XXVIII	IV + XXVIII	IX + XXVIII	XI + XXVIII	XVI + XXVIII	XXIII + XXVIII

OLYMPIC CƠ HỌC TOÀN QUỐC LẦN THỨ XXVIII - 2016

Các cơ quan đồng tổ chức:

Bộ Giáo dục và Đào tạo

Liên hiệp các Hội Khoa học - Kỹ thuật Việt Nam

Hội Cơ học Việt Nam

Hội Sinh viên Việt Nam

Ngày thi: 17 tháng 04 năm 2016

Trường đăng cai:

- Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội
- Trường Đại học Bách khoa - Đại học Đà Nẵng
- Trường Đại học Giao thông Vận tải TP. Hồ Chí Minh

Môn Thi:

1. Cơ học kỹ thuật
2. Sức bền vật liệu
3. Cơ học kết cấu
4. Thủy lực
5. Cơ học đất
6. Nguyên lý máy
7. Chi tiết máy
8. Ứng dụng Tin học trong Cơ học

BAN TỔ CHỨC

Trưởng ban: Ông Nguyễn Đăng Tộ'

Các phó trưởng ban:

1. Ông Dương Văn Bá
2. Ông Đoàn Hùng Hà
3. Bà Ngô Thị Kim Dung
4. Ông Đồng Văn Hương
5. Ông Lê Cung
6. Ông Đỗ Sanh

Các ủy viên thường trực:

1. Bà Nguyễn Thị Minh Thu
2. Ông Phạm Trọng Thuật
3. Ông Đặng Vũ Cảnh Linh
4. Ông Nguyễn Văn Đông
5. Ông Phạm Quang Dũng
6. Ông Thái Bá Cần
7. Ông Vũ Công Hàm
8. Ông Nguyễn Hữu Lộc
9. Ông Nguyễn Văn Giang

Các ủy viên:

1. Ông Bùi Quang Ngọc
2. Ông Nguyễn Nhật Quang
3. Ông Ngô Duy Đông
4. Ông Nguyễn Đông Anh
5. Ông Nguyễn Xuân Mẫn
6. Ông Đinh Văn Phong
7. Bà Đào Như Mai
8. Ông Hà Ngọc Hiển
9. Ông Võ Trọng Hùng
10. Ông Đinh Văn Mạnh
11. Ông Phạm Anh Tuấn
12. Ông Nguyễn Phong Điền
13. Ông Nguyễn Mạnh Yên
14. Ông Nguyễn Đình Đức
15. Ông Khổng Doãn Điền
16. Ông Nguyễn Thế Hùng
17. Ông Tôn Thất Tài
18. Bà Nguyễn Thị Việt Liên
19. Ông Đặng Bảo Lam

(Theo quyết định số 15-09/OCH ngày 2/12/2015 của Hội Cơ học Việt Nam)

CÁC BAN GIÁM KHẢO

A. Cơ học kỹ thuật

1. GS.TSKH Đỗ Sanh - Trưởng ban
2. GS.TS Đinh Văn Phong
3. GS.TSKH. Nguyễn Văn Khang
4. PGS.TS Đặng Quốc Lương
5. PGS.TS Khổng Doãn Điện
6. PGS.TS Nguyễn Đăng Tộ
7. PGS.TS Thái Bá Cần
8. TS. Trương Chí Công
9. TS. Đoàn Trắc Luật
10. TS. Đỗ Đăng Khoa
11. TS. Hoàng Văn Tùng
12. TS. Lê Hồng Hạnh
13. TS. Lê Ngọc Chấn
14. TS. Nguyễn Quang Hoàng
15. TS. Nguyễn Thị Thanh Bình
16. TS. Nguyễn Văn Bi
17. TS. Phạm Thị Toan
18. TS. Trần Đình Sơn
19. TS. Trần Thanh Tuấn
20. TS. Trần Ngọc An
21. ThS. Bùi Gia Phi
22. ThS. Đỗ Văn Thơm
23. ThS. Hoàng Văn Tý
24. ThS. Lê Hải Châu
25. ThS. Lê Xuân Đoan
26. ThS. Ngô Quang Hưng

27. ThS. Nguyễn Duy Chính
28. ThS. Nguyễn Hữu Dinh
29. ThS. Nguyễn Văn Quyền
30. ThS. Phạm Thành Chung
31. ThS. Trần Trung Thành
32. ThS. Vũ Xuân Trường
33. KS. Phạm Văn Vinh
34. KS. Trần Duy Duyên

B. Sức bền vật liệu

1. PGS.TS Phạm Tiến Đạt - Trưởng ban
2. GS.TS Nguyễn Văn Lệ
3. GS.TS Phạm Ngọc Khánh
4. GS.TS Vũ Đình Lai
5. PGS.TS Lê Ngọc Hỗng
6. PGS.TS Lương Văn Hải
7. PGS.TS Lương Xuân Bình
8. PGS.TS Nguyễn Nhật Thăng
9. PGS.TS Nguyễn Phương Thành
10. PGS.TS Tô Văn Tân
11. PGS.TS. Trần Minh
12. PGS.TS Nguyễn Xuân Lộ
13. PGS.TS Thái Thanh Hùng
14. PGS.TS Trịnh Đình Châm
15. PGS.TS Đào Như Mai
16. PGS.TS Nguyễn Thái Chung
17. PGS.TS Trần Văn Liên

18. TS. Bùi Hải Lê
19. TS. Đào Văn Hưng
20. TS. Dương Đức Hùng
21. TS. Nguyễn Danh Trường
22. TS. Nguyễn Văn Chính
23. TS. Phạm Thị Minh Huệ
24. TS. Phạm Văn Đạt
25. TS. Phạm Viết Ngọc
26. TS. Trần Đình Long
27. TS. Trương Thị Hương Huyền
28. GVC. Nguyễn Văn Huyền
29. GVC.ThS. Nguyễn Văn Bình
30. ThS. Bùi Tiến Tú
31. ThS. Đào Ngọc Tiến
32. ThS. Đinh Thị Thu Hà
33. ThS. Giáp Văn Tân
34. ThS. Nguyễn Minh Tuấn
35. ThS. Nguyễn Thị Lực
36. ThS. Nguyễn Thị Thùy Liên
37. ThS. Phạm Quốc Hòa
38. KS. Lê Phạm Bình

C. Cơ học kết cấu

1. GS.TS Nguyễn Mạnh Yên - Trưởng ban
2. GS.TS Lê Xuân Huỳnh
3. PGS.TS Dương Văn Thứ

4. PGS.TS Phạm Đình Ba
5. PGS.TS Hoàng Đình Trí
6. TS. Nguyễn Xuân Thành
7. TS. Trần Thị Thúy Văn
8. TS. Trịnh Tự Lực
9. TS. Lý Trường Thành
10. TS. Nguyễn Tiến Dũng
11. TS. Lê Ngọc Lý
12. TS. Nguyễn Trung Kiên
13. GVC Nguyễn Xuân Ngọc
14. GVC Vũ Tiến Nguyên
15. ThS. Nguyễn Bá Duẩn
16. ThS. Phan Đình Hào
17. ThS. Vũ Đình Hương
18. GV Cao Minh Quyền
19. GV. Nguyễn Công Nghị

D. Thủ tục

1. GS.TSKH Nguyễn Tài - Trưởng ban
2. GS.TSKH. Vũ Duy Quang
3. PGS.TS. Hồ Việt Hùng
4. PGS.TS. Lê Quang
5. PGS.TS. Lê Thanh Tùng
6. TS. Phùng Văn Khương
7. ThS. Lê Đình Hùng
8. ThS. Trịnh Công Tý

9. TS. Nguyễn Thanh Tùng
10. PGS.TS. Lương Ngọc Lợi
11. ThS. Phạm Thị Bình
12. TS. Nguyễn Văn Tài
13. PGS.TS Nguyễn Thu Hiền
14. TS. Lê Thị Thu Hiền
15. TS. Mai Quang Huy
16. ThS. Lê Tùng Anh

E. Cơ học đất

1. PGS.TS Vương Văn Thành - Trưởng ban
2. PGS.TS. Nguyễn Hữu Thái
3. TS. Bùi Văn Trường
4. TS. Đỗ Tuấn Nghĩa
5. TS. Hoàng Việt Hùng
6. TS. Ngô Thị Thanh Hương
7. TS. Nguyễn Châu Lan
8. TS. Nguyễn Đức Cường
9. TS. Nguyễn Đức Mạnh
10. TS. Nguyễn Ngọc Thanh
11. TS. Nguyễn Văn Lộc
12. TS. Phan Huy Đông
13. TS. Trần Thương Bình
14. TS. Vũ Minh Tân
15. ThS. Cao Văn Đoàn
16. ThS. Nguyễn Thái Linh

17. ThS. Nguyễn Thành Tuấn

18. ThS. Phạm Huy Dũng

F. Nguyễn lý máy

1. PGS.TS Vũ Công Hàm – Trưởng ban
2. PGS.TS Vũ Quý Đạt
3. PGS.TS Phạm Hồng Phúc
4. TS. Đinh Thị Thanh Huyền
5. TS. Phạm Minh Hải
6. TS. Trần Quang Dũng
7. GVC. ThS. Hoàng Trung Kiên
8. ThS. Bùi Huy Kiên
9. ThS. Lê Đức Kế
10. ThS. Lý Việt Anh
11. ThS. Nguyễn Văn Đoàn
12. ThS. Nguyễn Văn Tuân
13. ThS. Trần Tiến Đạt
14. ThS. Vũ Hoà Bình
15. ThS. Vũ Văn Thể

G. Chi tiết máy

1. PGS.TS Nguyễn Hữu Lộc - Trưởng ban
2. PGS.TS Trương Tất Đích
3. PGS.TS Ngô Văn Quyết
4. PGS.TS Trịnh Chất
5. PGS.TS Đào Trọng Thường
6. TS. Đoàn Yên Thể

7. TS. Nguyễn Tuấn Linh
8. TS. Trần Văn Bình
9. TS. Trịnh Đồng Tính
10. GVC.Ths Nguyễn Đăng Ba
11. ThS. Bùi Lê Gòn
12. ThS. Diệp Lâm Kha Tùng
13. ThS. Lê Quang Thành
14. ThS. Nguyễn Hồng Tiến
15. KS. Nguyễn Thành Hải

H. Ứng dụng Tin học trong cơ học kỹ thuật

1. TS. Nguyễn Quang Hoàng - Trưởng ban
2. PGS.TS Đào Như Mai
3. PGS.TS Phan Bùi Khôi
4. TS. Đỗ Đăng Khoa
5. TS. Đoàn Trắc Luật
6. TS. Nguyễn Văn Thắng
7. ThS. Bùi Anh Tuấn
8. ThS. Hoàng Văn Tý
9. ThS. Kiều Duy Mạnh
10. ThS. Trần Trung Thành
11. ThS. Vũ Xuân Trường
12. KS Phạm Văn Vinh

I. Ứng dụng Tin học trong Nguyên lý máy

1. GS.TS. Nguyễn Xuân Lạc - Trưởng Ban
2. PGS.TS Vũ Công Hàm
3. TS. Phạm Minh Hải
4. TS. Trần Quang Dũng
5. ThS. Hoàng Trung Kiên
6. ThS. Nguyễn Văn Tuấn
7. ThS. Trần Tiến Đạt
8. ThS. Vũ Văn Thể

K. Ứng dụng Tin học trong Chi tiết máy

1. PGS.TS Nguyễn Hữu Lộc - Trưởng ban
2. PGS. TS Nguyễn Đăng Tộ
3. PGS.TS. Lê Văn Uyển
4. TS. Bùi Mạnh Cường
5. TS. Nguyễn Tuấn Linh
6. TS. Nguyễn Văn Cường
7. TS. Trịnh Đồng Tính
8. ThS. Diệp Lâm Kha Tùng
9. ThS. Dương Tiến Công
10. ThS. Lê Quang Thành

11. ThS. Nguyễn Đức Nam
12. ThS. Nguyễn Hồng Tiến
13. ThS. Nguyễn Quốc Dũng
14. ThS. Nguyễn Vĩnh Hải
15. ThS. Trần Văn Hiệp
16. ThS. Trịnh Xuân Hiệp
17. KS. Dương Minh Hải

**THỐNG KÊ DANH SÁCH CÁC TRƯỜNG THAM GIA THI
OLYMPIC CƠ HỌC TOÀN QUỐC LẦN THỨ XXVIII - NĂM 2016**

TT	Trường	CH	SB	Cơ	Th	CH	NL	CT	UD	Tổng
		KT	VL	KC	Lực	Đất	Máy	Máy	TH	
I - Miền Bắc										
1	HV Nông nghiệp Việt Nam	10	3	0	0	0	0	0	0	3
2	ĐH Bách khoa Hà Nội	15	8	0	9	0	11	11	18	72
3	ĐH Công Nghiệp Hà Nội	4	4	0	0	0	9	8	15	40
4	ĐH GT Vận tải Hà Nội	6	13	4	7	8	9	2	9	58
5	ĐH Hàng Hải	8	0	0	7	0	0	0	6	21
6	ĐH Khoa học Tự nhiên	8	0	0	0	0	0	0	0	8
7	ĐH Kiến trúc HN	10	11	15	12	10	0	0	0	58
8	ĐH Kinh doanh & Công nghệ Hà Nội	0	0	0	0	0	0	0	6	6
9	ĐH KTCN Thái Nguyên	0	0	0	0	0	11	0	0	11
10	ĐH Lâm nghiệp	0	8	0	0	0	0	0	0	8
11	ĐH Mỏ-Địa chất	6	8	0	6	0	0	5	0	25
12	ĐH Sao Đỏ	0	1	0	0	0	1	0	6	8
13	ĐH Sư phạm KT Hưng Yên	9	7	0	7	0	0	0	18	41

14	ĐH Thành Tây	1	30	1	3	14	10	6	1	1	1
15	ĐH Thuỷ lợi	12	8	4	6	16	10	7	18	71	
16	ĐH Xây dựng Hà Nội	10	14	13	15	12	10	9	9	82	
17	HV Kỹ thuật Quân sự	15	13	10	13	9	14	10	30	92	
18	HV Phòng không - Không Quân	6	0	0	0	7	0	3	16		
19	ĐH Công nghệ Giao thông VT	10	9	15	0	15	0	0	0	49	
Tổng số miền Bắc		120	107	61	69	61	62	52	138	670	

II - Miền Trung

1	ĐH Bách khoa Đà Nẵng	4	7	12	9	11	0	1	1	45	
2	ĐH Xây dựng Miền Trung	6	5	6	0	6	0	0	6	29	
3	ĐH Quy Nhơn	0	2	2	0	3	0	0	0	7	
4	ĐH Duy Tân	0	2	6	0	8	0	0	0	16	
5	ĐH Nha Trang	0	0	0	0	5	0	0	0	5	
Tổng số miền Trung		10	16	26	9	33	0	1	7	102	

III - Miền Nam

1	CĐ Giao thông vận tải III	0	0	0	0	4	0	0	0	4	
2	CĐ Xây dựng Số 2	0	14	0	0	8	0	0	0	22	

3	ĐH Bách Khoa TP HCM	15	15	11	11	14	14	15	18	113
4	ĐH Cần Thơ	4	11	3	6	8	0	0	0	32
5	ĐH CN Sài gòn	0	7	7	0	5	0	9	0	18
6	ĐH CN TP HCM	8	9	9	0	12	0	1	16	55
7	ĐH Cửu Long	0	0	0	0	4	0	7	6	17
8	ĐH Dầu khí Việt Nam	7	0	0	0	0	0	0	0	7
9	ĐH GTVT Cơ sở 2	7	7	6	0	7	0	0	0	27
10	ĐH GTVT TP HCM	4	11	7	6	12	12	7	14	73
11	ĐH Kiến trúc TP HCM	9	8	8	0	1	0	0	4	30
12	ĐH Mỏ-Địa chất (Cơ sở Vũng Tàu)	0	10	0	0	6	0	0	0	10
13	ĐH Mở TP HCM	6	4	3	0	6	0	0	0	19
14	ĐH XD Miền Tây	0	6	4	0	0	0	0	0	10
15	ĐH Trần Đại Nghĩa	8	8	0	0	0	0	0	3	19
Tổng số miền Nam		68	110	58	23	81	26	30	61	457
Tổng số Toàn quốc		198	233	145	101	175	88	83	206	1229

CÁC GIẢI THƯỞNG

OLYMPIC CƠ HỌC TOÀN QUỐC LẦN THỨ XXVIII-2016

1. CƠ HỌC KỸ THUẬT

A. GIẢI ĐỘNG ĐỘI

- 01 Giải nhất : Đại học Bách khoa Hà nội
- 01 Giải nhì : HV Phòng không – Không quân
- 02 Giải ba : HV Kỹ thuật Quân sự
ĐH Trần Đại Nghĩa

B. GIẢI CÁ NHÂN

02 Giải nhất

- 1. Tô Văn Dũng ĐH Bách khoa Hà nội
- 2. Bùi Đông Bắc ĐH Bách khoa Hà nội

13 Giải nhì

- 1. Lê Thế Trung ĐH Bách khoa Hà nội
- 2. Trần Trung Đức ĐH Bách khoa Hà nội
- 3. Nguyễn Văn Bình ĐH Trần Đại Nghĩa
- 4. Trần Ngọc Hạnh ĐH Bách khoa Hà nội
- 5. PHAN MAKARA ĐH Kiến trúc Hà nội
- 6. Phạm Văn Quân ĐH Hàng hải Việt Nam
- 7. Nguyễn Trần Đức HV Kỹ thuật Quân sự
- 8. Mai Văn Hòa HV Phòng không – Không quân
- 9. Trần Văn Bản HV Phòng không – Không quân
- 10. Nguyễn Tiến Dũng ĐH Bách khoa Hà nội
- 11. Quách Thái Quyền ĐH Bách khoa Hà nội
- 12. Đinh Trường Giang ĐH Bách khoa Hà nội
- 13. Lê Đức Sơn HV Phòng không – Không quân

26 Giải ba

- 1. Chu Quang Trung ĐH Bách khoa Hà nội
- 2. Trần Văn Lượng ĐH Bách khoa Hà nội
- 3. Đào Nhật Minh ĐH Khoa học Tự nhiên - ĐHQGHN
- 4. Nguyễn Đình Hòa ĐH Kiến Trúc Tp.HCM
- 5. Lê Văn Hùng ĐH Bách khoa Hà nội
- 6. Trần Đình Hoàng ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh

- | | |
|-----------------------|-------------------------------|
| 7. Trần Đức Hạnh | ĐH Công nghệ Giao thông VT |
| 8. Nguyễn Văn Tam | ĐH Giao thông vận tải |
| 9. Võ Thành Chung | ĐH Trần Đại Nghĩa |
| 10. Nguyễn Tuấn Anh | HV Kỹ thuật Quân sự |
| 11. Phạm Quốc Công | HV Phòng không-KQ |
| 12. Nguyễn Văn Soái | ĐH Hàng hải Việt Nam |
| 13. Ngô Gia Long | ĐH Khoa học Tự nhiên - ĐHQGHN |
| 14. Nguyễn Văn Thắng | HV Kỹ thuật Quân sự |
| 15. Trịnh Quang Trung | HV Phòng không-KQ |
| 16. Phạm Thế Hiển | ĐH SPKT Hưng Yên |
| 17. Trần Anh Dũng | ĐH Xây dựng |
| 18. Trần Gia Quốc Bảo | ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh |
| 19. Nguyễn Anh Tuấn | ĐH Trần Đại Nghĩa |
| 20. Trần Đức Trọng | HV Kỹ thuật Quân sự |
| 21. Nguyễn Minh Nhật | HV Kỹ thuật Quân sự |
| 22. Nguyễn Mạnh Linh | ĐH Khoa học Tự nhiên - ĐHQGHN |
| 23. Nguyễn Hoàng Anh | ĐH Bách khoa Hà Nội |
| 24. Đỗ Đoàn Phúc | ĐH Khoa học Tự nhiên - ĐHQGHN |
| 25. Đỗ Đăng Hào | HV Kỹ thuật Quân sự |
| 26. Trương Nho Cường | HV Kỹ thuật Quân sự |

69 Giải Khuyến khích

- | | |
|----------------------------|-------------------------------|
| 1. Trần Bá Hưng | ĐH Khoa học Tự nhiên - ĐHQGHN |
| 2. Hòa Quang Tân | HV Kỹ thuật Quân sự |
| 3. Dương Văn Bảo | ĐH Công Nghệ Tp.HCM |
| 4. Nguyễn Trọng Phi | ĐH Xây dựng Hà Nội |
| 5. Nguyễn Hữu Thiện | ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh |
| 6. Nguyễn Quang Anh | ĐH SPKT Hưng Yên |
| 7. Phạm Hoài Nhơn | ĐH Dầu khí Việt Nam |
| 8. Nguyễn Văn Quyết | ĐH Hàng hải Việt Nam |
| 9. Nguyễn Châu Thanh Phong | ĐH Mở Tp.HCM |
| 10. Nguyễn Văn Khoa | ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh |
| 11. Lê Ngọc Minh | ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh |
| 12. Phan Trọng Cường | ĐH Thủy lợi |
| 13. Trần Phú Lâm | ĐH Trần Đại Nghĩa |

14. Đậu Xuân Hải	ĐH Trần Đại Nghĩa
15. Lê Tuấn Dũng	ĐH Xây dựng Hà Nội
16. Nguyễn Phương Chinh	ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh
17. Nguyễn Thành Trung	ĐH Công nghệ Giao thông VT
18. Vũ Sơn	ĐH Xây dựng Hà Nội
19. Phạm Văn Nam	HV Kỹ thuật Quân sự
20. Nguyễn Đức Ninh	HV Kỹ thuật Quân sự
21. Nguyễn Duy Hưng	ĐH Bách khoa Hà nội
22. Nguyễn Hồ Nghĩa	ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh
23. Phạm Văn Vũ	ĐH Hàng hải Việt Nam
24. Nguyễn Duy Ngọc	ĐH Hàng hải Việt Nam
25. Vũ Thị Thảo	ĐH Thủy lợi
26. Nguyễn Hữu Hưng	ĐH Bách khoa Hà nội
27. Phùng Minh Ngọc	ĐH Bách khoa Hà nội
28. Ninh Duy Châu	ĐH Thủy lợi
29. Lê Hòa Nam	ĐH Trần Đại Nghĩa
30. Vũ Đức Thành	ĐH Xây dựng Hà Nội
31. Phan Huy Hoàng	ĐH Kiến trúc HN
32. Đặng Đức Hoàng	ĐH Kiến Trúc Tp.HCM
33. Vũ Văn Kiên	HV Kỹ thuật Quân sự
34. Lê Thành Công	HV Kỹ thuật Quân sự
35. Vũ Văn Dương	ĐH Hàng hải Việt Nam
36. Đặng Phúc Quyết	ĐH SPKT Hưng Yên
37. Nguyễn Thế Công	HV Kỹ thuật Quân sự
38. Vũ Văn Tân	ĐH Hàng hải Việt Nam
39. Trần Thị Nhung	ĐH Thủy lợi
40. Phạm Quốc Bảo	ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh
41. Nguyễn Tuấn Duy	ĐH Khoa học Tự nhiên - ĐHQGHN
42. Phạm Hải Đăng	ĐH Kiến trúc HN
43. Hoàng Trung	ĐH Dầu khí Việt Nam
44. Nguyễn Văn Quý	ĐH SPKT Hưng Yên
45. Nguyễn Thế Thục	HV Phòng không-KQ
46. Nguyễn Văn Hải	ĐH Kiến trúc HN
47. Tống Thị Phương	ĐH Thủy lợi

48. Lê Hồng Linh	ĐH Xây dựng Miền trung
49. Bùi Thế Trí	ĐH Thủy lợi
50. Tạ Ngọc Long	ĐH Xây dựng Hà Nội
51. Trịnh Công Sơn	ĐH Công Nghệ Tp.HCM
52. Trần Văn Thành	ĐH Giao thông vận tải Tp.HCM
53. Trần Đức Cường	ĐH Kiến trúc HN
54. Phan Văn Phuộc	ĐH Mỏ Tp.HCM
55. Nguyễn Trọng Tùng	ĐH Dầu khí Việt Nam
56. Vũ Văn Khánh	ĐH Giao thông vận tải
57. Nguyễn Phụng Loan	ĐH Mỏ - Địa chất
58. Nguyễn Duy Minh	ĐH SPKT Hưng Yên
59. Nguyễn Đức Anh	ĐH Trần Đại Nghĩa
60. Nguyễn Thị Thúy	ĐH Thành Tây
61. Nguyễn Phụng Anh	ĐH Mỏ Tp.HCM
62. Nguyễn Đức Thắng	ĐH SPKT Hưng Yên
63. Trần Công Trí	ĐH Trần Đại Nghĩa
64. Nguyễn Đức Minh	ĐH Mỏ - Địa chất
65. Huỳnh Trung Hiếu	ĐH Giao thông vận tải Tp.HCM
66. Đoàn Minh Tâm	ĐH Kiến Trúc Tp.HCM
67. Nguyễn Xuân Lê	ĐH Mỏ - Địa chất
68. Võ Phú Toàn	ĐH Giao thông vận tải Cơ sở 2
69. Hoàng Văn Giang	ĐH Công nghiệp Hà Nội

2. SỨC BỀN VẬT LIỆU

A. GIẢI ĐỘNG ĐỘI

- 01 Giải nhất : HV Kỹ thuật Quân sự
- 02 Giải nhì : ĐH Kiến trúc HN
- : ĐH Giao thông vận tải
- 02 Giải ba : Đại học Xây dựng
- : Đại học Bách khoa Hà Nội

B. GIẢI CÁ NHÂN

02 Giải nhất

- | | |
|---------------------|-----------------------------|
| 1. Phạm Phù Sa | ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh |
| 2. Hoàng Duy Phương | ĐH Giao thông vận tải |

12 Giải nhì

- | | |
|----------------------|-----------------------|
| 1. Đào Hoàng Vũ | ĐH Bách khoa Hà nội |
| 2. Nguyễn Hữu Lâm | HV Kỹ thuật Quân sự |
| 3. Hoàng Đông Đông | HV Kỹ thuật Quân sự |
| 4. Mạnh Bùi Xuân Huy | ĐH Kiến trúc HN |
| 5. Hoàng Đức Huy | ĐH Kiến trúc HN |
| 6. Trịnh Đình Tuấn | ĐH Xây dựng |
| 7. Cao Văn Linh | HV Kỹ thuật Quân sự |
| 8. Nguyễn Văn Thắng | HV Kỹ thuật Quân sự |
| 9. Dương Văn Bình | ĐH Giao thông vận tải |
| 10. Phạm Duy Khánh | ĐH Giao thông vận tải |
| 11. Bùi Văn Tường | HV Kỹ thuật Quân sự |
| 12. Dương Thành Công | IIV Kỹ thuật Quân sự |

25 Giải ba

- | | |
|--------------------------|------------------------------|
| 1. Nguyễn Đình Nam | ĐH Giao thông vận tải |
| 2. Nguyễn Xuân Hải | HV Kỹ thuật Quân sự |
| 3. Phạm Quang Linh | HV Kỹ thuật Quân sự |
| 4. MENG REM | ĐH Kiến trúc HN |
| 5. Nguyễn Tấn Hiếu | ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh |
| 6. Nguyễn Tuấn Linh | ĐH Kiến trúc HN |
| 7. Hà Văn Vương | ĐH Giao thông vận tải |
| 8. Phạm Nam Cao | ĐH Bách khoa Hà nội |
| 9. Lê Xuân Lượng | ĐH Giao thông vận tải |
| 10. Nguyễn Đình Tiệp | ĐH Giao thông vận tải Tp.HCM |
| 11. Lù Minh Tiến | ĐH Kiến trúc HN |
| 12. Hoàng Đình Chuẩn | ĐH Thủy lợi |
| 13. Nguyễn Xuân Vinh | ĐH Xây dựng |
| 14. Nguyễn Ngọc Anh | HV Kỹ thuật Quân sự |
| 15. Lê Tuấn Kiệt | ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh |
| 16. Trần Thị Quỳnh Trang | ĐH Kiến trúc HN |
| 17. Nguyễn Hữu Thắng | ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh |
| 18. Nguyễn Doãn Biền | HV Kỹ thuật Quân sự |
| 19. Nguyễn Văn Khánh | HV Kỹ thuật Quân sự |
| 20. Nguyễn Quốc Huy | ĐH Giao thông vận tải |
| 21. Trần Văn Minh | ĐH Xây dựng |

- | | |
|---------------------|-------------------|
| 22. Lê Văn Nam | ĐH Trần Đại Nghĩa |
| 23. Hoàng Sỹ Quân | ĐH Kiến trúc HN |
| 24. Trần Trường Sơn | ĐH Thủy lợi |
| 25. Phạm Văn Vinh | ĐH Thủy lợi |

82 Giải Khuyến khích

- | | |
|-------------------------|-----------------------------|
| 1. Nguyễn Văn Phước | CĐ Xây Dựng số 2 |
| 2. Huỳnh Trọng Kiên | CĐ Xây Dựng số 2 |
| 3. Lê Kiều Luy | CĐ Xây Dựng số 2 |
| 4. Nguyễn Thái Phương | CĐ Xây Dựng số 2 |
| 5. Hà Duy Khánh | CĐ Xây Dựng số 2 |
| 6. Nguyễn Vi Ngọc | ĐH Bách khoa Hà Nội |
| 7. Nguyễn Tuấn Vũ | ĐH Bách khoa Hà Nội |
| 8. Nguyễn Văn Thành | ĐH Bách khoa Hà Nội |
| 9. Khương Định Sơn | ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh |
| 10. Phạm Văn Đông | ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh |
| 11. Nguyễn Mạnh Tuấn | ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh |
| 12. Huỳnh Bảo Tân | ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh |
| 13. Đặng Văn Hợi | ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh |
| 14. Lê Bá Thông | ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh |
| 15. Trần Thanh Hùng | ĐH BK đà Nẵng |
| 16. Nguyễn Bá Ngọ | ĐH BK đà Nẵng |
| 17. Trương Xuân Hải | ĐH BK đà Nẵng |
| 18. Văn Hoàng Khang | ĐH Cần Thơ |
| 19. Nguyễn Nhật Linh | ĐH Cần Thơ |
| 20. Trần Hoài Phương | ĐH Cần Thơ |
| 21. Nguyễn Võ Khả Duyên | ĐH Cần Thơ |
| 22. Nguyễn Thị Ngọc ánh | ĐH Công nghệ Giao thông VT |
| 23. Lê Định Trang | ĐH Công nghệ Giao thông VT |
| 24. Hồ Phi Vũ | ĐH Công Nghệ Sài Gòn |
| 25. Nguyễn Hoàng Tiến | ĐH Công Nghệ Sài Gòn |
| 26. Võ Quốc Toản | ĐH Công Nghệ Tp.HCM |
| 27. Hồng Phi Long | ĐH Công Nghệ Tp.HCM |
| 28. Lê Đức Anh | ĐH Công Nghệ Tp.HCM |
| 29. Nguyễn Bá Thịnh | ĐH Công nghiệp Hà Nội |

30. Trần Văn Khương	ĐH Giao thông vận tải
31. Hoàng Văn Cường	ĐH Giao thông vận tải
32. Võ Đức Học	ĐH Giao thông vận tải Cơ sở 2
33. Hồ Ngọc Quang	ĐH Giao thông vận tải Cơ sở 2
34. Đặng Gia Linh	ĐH Giao thông vận tải Tp.HCM
35. Bùi Duy Thành	ĐH Giao thông vận tải Tp.HCM
36. Nguyễn Văn Hải	ĐH Giao thông vận tải Tp.HCM
37. Đoàn Ngọc Thi	ĐH Giao thông vận tải Tp.HCM
38. Nguyễn Tùng Lâm	ĐH Kiến trúc HN
39. MAM SOKIN	ĐH Kiến trúc HN
40. Nguyễn Việt Yên	ĐH Kiến trúc HN
41. Nguyễn Thị Thái Hùng	ĐH Kiến trúc HN
42. Trương Trọng Cần	ĐH Kiến Trúc Tp.HCM
43. Nguyễn Dương Ngọc	ĐH Kiến Trúc Tp.HCM
44. Nguyễn Hồng Tâm	ĐH Kiến Trúc Tp.HCM
45. Bùi Đức Lâm	ĐH Lâm Nghiệp
46. Nguyễn Thị Đông	ĐH Lâm Nghiệp
47. Mai Tiến Thành	ĐH Lâm Nghiệp
48. Nguyễn Minh Ngọc	ĐH Mỏ - Địa chất
49. Nguyễn Xuân Lập	ĐH Mỏ - Địa chất
50. Đỗ Đăng Quyết	ĐH Mỏ - Địa chất
51. Nguyễn Thanh Tùng	ĐH Mỏ - Địa chất
52. Đặng Hữu Hiền	ĐH Mỏ - Địa chất (Cơ sở Vũng Tàu)
53. Hà Thị Thúy Hằng	ĐH Mỏ - Địa chất (Cơ sở Vũng Tàu)
54. Trần Văn Đức	ĐH Mỏ - Địa chất (Cơ sở Vũng Tàu)
55. Lê Xuân Nhất	ĐH Mỏ Tp.HCM
56. Trần Minh Tiến	ĐH Mỏ Tp.HCM
57. Ngô Văn Thanh Tùng	ĐH Sao Đỏ
58. Vũ Đình Tuấn	ĐH SPKT Hưng Yên
59. Nguyễn Ngọc Quý	ĐH SPKT Hưng Yên
60. Đỗ Văn Tâm	ĐH SPKT Hưng Yên
61. Bùi Văn Quý	ĐH SPKT Hưng Yên
62. Nguyễn Quang Hưng	ĐH Thủy lợi
63. Phạm Xuân Bách	ĐH Thủy lợi

64. Đinh Thị Hà	ĐH Thủy lợi
65. Vũ Trường Giang	ĐH Thủy lợi
66. Cao Xuân Thủ Đô	ĐH Trần Đại Nghĩa
67. Lê Văn Bé Em	ĐH Trần Đại Nghĩa
68. Nguyễn Đức Dũng	ĐH Trần Đại Nghĩa
69. Phạm Văn Long	ĐH Xây dựng Hà Nội
70. Dương Văn Thảo	ĐH Xây dựng Hà Nội
71. Vũ Đức Tâm	ĐH Xây dựng Hà Nội
72. Vũ Anh Tuấn	ĐH Xây dựng Hà Nội
73. Võ Thị Thanh Giang	ĐH Xây dựng Hà Nội
74. Đặng Đình Kiên	ĐH Xây dựng Hà Nội
75. Lê Nguyễn Minh Tâm	ĐH Xây dựng miền Tây
76. Lê Diệp Anh	ĐH Xây dựng miền Tây
77. Trần Ngọc Cường	ĐH Xây dựng Miền trung
78. Lê Đình Lực	ĐH Xây dựng Miền trung
79. Phan Sỹ Công	HV Kỹ thuật Quân sự
80. Lâm Văn Dũng	HV Kỹ thuật Quân sự
81. Vũ Văn Tình	HV Nông nghiệp VN
82. Nguyễn Hồng Dương	HV Nông nghiệp VN

3. CƠ HỘC KẾT CẤU

A. GIẢI ĐÔNG ĐỘI

- 01 Giải nhất : Đại học Kiến trúc HN
- 01 Giải nhì : Đại học Xây dựng

B. GIẢI CÁ NHÂN

1. DEM SONGDO

1. Nghiêm Văn Huy

2. Trần Mạnh Tùng

3. Vũ Văn Bắc

1. Phan Ngọc Hải

2. Nguyễn Thị Trà My

3. Lê Huy Thành

01 Giải nhất

ĐH Kiến trúc HN

03 Giải nhì

ĐH Kiến trúc HN

ĐH Kiến trúc HN

ĐH Xây dựng

10 Giải ba

ĐH Kiến trúc HN

ĐH Kiến trúc HN

ĐH Xây dựng

4. Nguyễn Bá Hải ĐH Kiến trúc HN
5. Lê Đình Trường ĐH Xây dựng
6. Lương Đình Tuấn ĐH Kiến trúc HN
7. Nguyễn Hữu Cường ĐH Xây dựng
8. Nguyễn Văn Tuấn HV Kỹ thuật Quân sự
9. Trịnh Phúc Thành ĐH Xây dựng
10. Tô Tiến Tùng HV Kỹ thuật Quân sự

29 Giải Khuyến khích

1. Nguyễn Thanh Tùng ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh
2. Nguyễn Văn Thành ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh
3. Đào Minh Thư ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh
4. Tạ Quốc Bảo ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh
5. Nguyễn Văn Đức ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh
6. Phan Bá Tạo ĐH Bách Khoa Đà Nẵng
7. Nguyễn Quang Tường ĐH Cần Thơ
8. Đỗ Văn Huấn ĐH Công nghệ Giao thông VT
9. Trần Văn Hùng ĐH Công nghệ Giao thông VT
10. Bùi Hoài Nam ĐH Công nghệ Giao thông VT
11. Kiều Văn Linh ĐH Duy Tân
12. Nguyễn Quốc Huy ĐH Giao thông vận tải
13. Trần Đức Bình ĐH Giao thông vận tải Cơ sở 2
14. Lê Hùng Quốc ĐH Giao thông vận tải Tp.HCM
15. Nguyễn Văn Phi ĐH Giao thông vận tải Tp.HCM
16. Đoàn Minh Thiện ĐH Giao thông vận tải Tp.HCM
17. Nguyễn Quang Ngọc Anh ĐH Kiến trúc HN
18. Nguyễn Đức Lực ĐH Kiến trúc HN
19. Nguyễn Đức Trường ĐH Kiến trúc HN
20. Nguyễn Duy Đức Anh ĐH Kiến trúc HN
21. Lê Thị Thủy ĐH Kiến trúc HN
22. Bùi Công Chương ĐH Kiến Trúc Tp.HCM
23. Lê Thanh Thịnh ĐH Kiến Trúc Tp.HCM
24. Lê Văn Điệp ĐH Kiến Trúc Tp.HCM
25. Nguyễn Trung Thảo ĐH Thủy lợi
26. Trần Đại Phong ĐH Xây dựng Hà Nội

4. THỦY LỰC

A. GIẢI ĐỒNG ĐỘI

- 01 Giải nhất : Đại học Xây dựng
 - 01 Giải nhì : ĐH Bách khoa HN
 - 01 Giải ba : ĐH Giao thông vận tải

B. GIẢI CÁ NHÂN

- | | |
|-----|---|
| | 01 Giải nhất |
| 1. | Nguyễn Nhật Hoàng ĐH Xây dựng Hà Nội |
| | 04 Giải nhì |
| 1. | Nguyễn Duy Thanh ĐH Xây dựng Hà Nội |
| 2. | Phùng Trung Việt ĐH Xây dựng Hà Nội |
| 3. | Trịnh Quốc Việt ĐH Xây dựng Hà Nội |
| 4. | Nguyễn Mạnh Tuấn ĐH Bách khoa Hà Nội |
| | 14 Giải ba |
| 1. | Nguyễn Hoàng Thanh ĐH Xây dựng Hà Nội |
| 2. | Nguyễn Hải Phong ĐH Bách khoa Hà Nội |
| 3. | Cao Xuân Cần ĐH Hàng hải Việt Nam |
| 4. | Hoàng Ngọc Anh Chiến ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh |
| 5. | Nguyễn Đình Cương ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh |
| 6. | Đoàn Văn Phúc ĐH Xây dựng Hà Nội |
| 7. | Nguyễn Khôi Nguyên ĐH Giao thông vận tải |
| 8. | Đỗ Thái Bình ĐH Kiến trúc HN |
| 9. | Nguyễn Quốc Phú ĐH Bách khoa Hà Nội |
| 10. | Lê Khắc Thắng ĐH Xây dựng Hà Nội |
| 11. | Bùi Văn Toản ĐH Thủy lợi |
| 12. | Nguyễn Trí Tài ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh |
| 13. | Mai Thị Thuỳ ĐH Xây dựng Hà Nội |
| 14. | Lê Đăng Thi ĐH Xây dựng Hà Nội |

35 Giải Khuyến khích

1. Trần Trọng Việt	ĐH Bách khoa Hà nội
2. Nguyễn Thế Tùng	ĐH Bách khoa Hà nội
3. Nguyễn Đức Toàn	ĐH Bách khoa Hà nội
4. Trần Nguyễn Anh Thư	ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh
5. Lê Thị Hiệp	ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh
6. Đoàn Bá Vương	ĐH Bách Khoa Đà Nẵng
7. Nguyễn Công Hạnh	ĐH Bách Khoa Đà Nẵng
8. Nguyễn Nhật Cường	ĐH Bách Khoa Đà Nẵng
9. Nguyễn Trung Quân	ĐH Bách Khoa Đà Nẵng
10. Phạm Văn Phong	ĐH Giao thông vận tải
11. Lê Thị Hà	ĐH Giao thông vận tải
12. Trần Tuấn Anh	ĐH Giao thông vận tải
13. Trịnh Anh Tuấn	ĐH Giao thông vận tải
14. Hoàng Ngọc Đức	ĐH Giao thông vận tải Tp.HCM
15. Hồ Phương	ĐH Giao thông vận tải Tp.HCM
16. Hoàng Đình Toàn	ĐH Hàng hải Việt Nam
17. Nguyễn Khắc Tuấn	ĐH Hàng hải Việt Nam
18. Bùi Văn Tuấn	ĐH Kiến trúc HN
19. Lương Mạnh Hùng	ĐH Kiến trúc HN
20. Trần Mạnh Cường	ĐH Kiến trúc HN
21. Nguyễn Thị Ngân	ĐH Kiến trúc HN
22. Nguyễn Ngọc Định	ĐH Mỏ - Địa chất
23. Hoàng Trọng Vợ	ĐH Mỏ - Địa chất
24. Nguyễn Văn Hùng	ĐH SPKT Hưng Yên
25. Nguyễn Đình Thi	ĐH SPKT Hưng Yên
26. Nguyễn Thị Thoa	ĐH SPKT Hưng Yên
27. Đặng Phúc Quỳnh	ĐH SPKT Hưng Yên
28. Nguyễn Quang Chung	ĐH SPKT Hưng Yên
29. Nguyễn Đắc Đông	ĐH Thủy lợi
30. Đinh Văn Trung	ĐH Thủy lợi
31. Lê Công Đức	ĐH Thủy lợi
32. Nguyễn Bá Thức	ĐH Thủy lợi
33. Hồ Vĩnh Quỳnh	ĐH Xây dựng Hà Nội

34. Nguyễn Đức Hải
35. Trần Văn Quang

ĐH Xây dựng Hà Nội
ĐH Xây dựng Hà Nội

5. CƠ HỌC ĐẤT

A. GIẢI ĐỘNG ĐỘI

- 01 Giải nhất : ĐH Kiến trúc HN
- 01 Giải nhì : ĐH Giao thông Vận tải
- 02 Giải ba : ĐH Công nghệ Giao thông Vận tải
ĐH Bách Khoa TP.HCM

B. GIẢI CÁ NHÂN

1. Đào Thị Linh Linh
2. Hoàng Thị Chín

02 Giải nhất

ĐH Kiến trúc HN
ĐH Kiến trúc HN

1. Nguyễn Đình Hiếu
2. Lê Quốc Phòng
3. Trần Trung Hiếu
4. Tạ Quốc Vương
5. Trịnh Văn Hoàng
6. Nguyễn Anh Tuấn
7. Nguyễn Hoàng Duy
8. Trương Quang Như
9. Đặng Gia Bảo
10. Nguyễn Văn Tiến

10 Giải nhì

ĐH Kiến trúc HN
ĐH Công nghệ Giao thông VT
ĐH Kiến trúc HN
ĐH Thủy lợi
ĐH Giao thông vận tải
ĐH Giao thông vận tải
ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh
ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh
ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh
ĐH Giao thông vận tải

16 Giải ba

1. Nguyễn Du Tuất
2. Lê Thị Hương
3. Phạm Minh Thoại
4. Phạm Nguyễn Vi Nhân
5. Nguyễn Văn Chiến
6. Ngô Văn Trường
7. Trần Việt Long
8. Đinh Việt Hoàng
9. Nguyễn Thị Thu Hà

ĐH Công nghệ Giao thông VT
ĐH Kiến trúc HN
ĐH Giao thông vận tải
ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh
ĐH Giao thông vận tải
ĐH Giao thông vận tải
ĐH Giao thông vận tải Tp.HCM
ĐH Kiến trúc HN
ĐH Giao thông vận tải

10. Trần Thị Thu Trang ĐH Kiến trúc HN
11. Cao Thị Nhung ĐH Kiến trúc HN
12. Đỗ Văn Tùng ĐH Thủy lợi
13. Nguyễn Văn Hoan ĐH Công nghệ Giao thông VT
14. Nguyễn Tiến Anh ĐH Thủy lợi
15. Đoàn Trần Tấn Thành ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh
16. Nguyễn Khắc Trọng ĐH Công nghệ Giao thông VT

42 Giải Khuyến khích

1. Đoàn Văn Quốc CD Xây Dựng số 2
2. Nguyễn Đặng Minh Nguyễn ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh
3. Huỳnh Quốc Thiện ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh
4. Đặng Thái San ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh
5. Nguyễn Công Thắng ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh
6. Lê Trọng Nhàn ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh
7. Trương Như Thích ĐH Bách Khoa Đà Nẵng
8. Lê Hoàng Duy ĐH Bách Khoa Đà Nẵng
9. Nguyễn Tuấn Việt ĐH Công nghệ Giao thông VT
10. Nguyễn Xuân Định ĐH Công nghệ Giao thông VT
11. Nguyễn Văn Hà ĐH Công nghệ Giao thông VT
12. Trần Văn Thông ĐH Công nghệ Giao thông VT
13. Phạm Thị Nhung ĐH Công nghệ Giao thông VT
14. Nguyễn Xuân Tùng ĐH Công nghệ Giao thông VT
15. Dương Thái Bảo ĐH Cửu Long
16. Thân Nguyễn Nhật Hoàng ĐH Duy Tân
17. Nguyễn Quốc Hội ĐH Duy Tân
18. Phạm Quốc Đạt ĐH Giao thông vận tải
19. Nguyễn Văn Chung ĐH Giao thông vận tải Cơ sở 2
20. Phan Huy Hùng ĐH Giao thông vận tải Tp.HCM
21. Cao Hoài Nam ĐH Giao thông vận tải Tp.HCM
22. Võ Đình Khôi ĐH Giao thông vận tải Tp.HCM
23. Phạm Trường Tam ĐH Giao thông vận tải Tp.HCM
24. Nguyễn Hoàng Thế Việt ĐH Giao thông vận tải Tp.HCM
25. Lê Ngọc Phố ĐH Giao thông vận tải Tp.HCM
26. Ung Nho ý ĐH Giao thông vận tải Tp.HCM

27. Phạm Hoang Phát	ĐH Giao thông vận tải Tp.HCM
28. Bùi Văn Thành Luân	ĐH Kiến trúc HN
29. Lê Công Như	ĐH Mở Tp.HCM
30. Võ Hoàn Phúc	ĐH Nha Trang
31. Nguyễn Tuyết Mai	ĐH Thủy lợi
32. Nguyễn Ngọc Dũng	ĐH Thủy lợi
33. Nguyễn Văn Tuân	ĐH Thủy lợi
34. Đào Thị Yến	ĐH Thủy lợi
35. Trần Xuân Nhiên	ĐH Thủy lợi
36. Chu Thị Ngoan	ĐH Thủy lợi
37. Lê Văn Hoa	ĐH Xây dựng Hà Nội
38. Lại Duy Thắng	ĐH Xây dựng Hà Nội
39. Chu Trọng Lợi	ĐH Xây dựng Hà Nội
40. Nguyễn Xuân Trường	ĐH Xây dựng Hà Nội
41. Trần Văn Quân	ĐH Xây dựng Miền trung
42. Tôn Hoàng Diễm	ĐH Xây dựng Miền trung

6. NGUYỄN LÝ MÁY

A. GIẢI ĐỘNG ĐỘI

- 01 Giải nhất : Học viện Kỹ thuật Quân sự
- 01 Giải nhì : ĐH Bách Khoa - ĐHQG TP.HCM
- 01 Giải ba : ĐH Bách Khoa Hà Nội

B. GIẢI CÁ NHÂN

1. Đặng Văn Trình
2. Lữ Văn Chung
3. Nguyễn Thành Nam
4. Nguyễn Mạnh Toàn
5. Nguyễn Tùng Lâm

01 Giải nhất

HV Kỹ thuật Quân sự

05 Giải nhì

HV Kỹ thuật Quân sự

HV Kỹ thuật Quân sự

ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh

HV Kỹ thuật Quân sự

ĐH Bách khoa Hà nội

12 Giải ba

ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh

HV Kỹ thuật Quân sự

ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh

- | | | |
|-----|--------------------|-----------------------------|
| 4. | Nguyễn Đình Hưng | HV Kỹ thuật Quân sự |
| 5. | Lê Tuấn Anh | ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh |
| 6. | Nguyễn Văn Sáng | HV Phòng không-KQ |
| 7. | Phạm Hoa Tới | ĐH Bách khoa Hà nội |
| 8. | Trần Võ Thảo Hương | ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh |
| 9. | Trịnh Hữu Hùng | HV Kỹ thuật Quân sự |
| 10. | Nguyễn Thanh Hiếu | HV Kỹ thuật Quân sự |
| 11. | Lương Đình Thảo | HV Kỹ thuật Quân sự |
| 12. | Võ Hồng Quang | HV Kỹ thuật Quân sự |

32 Giải Khuyến khích

- | | | |
|-----|-----------------------|------------------------------|
| 1. | Tô Văn Linh | ĐH Bách khoa Hà nội |
| 2. | Lê Công Vinh | ĐH Bách khoa Hà nội |
| 3. | Huỳnh Chí Linh | ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh |
| 4. | Nguyễn Ngọc Anh Hùng | ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh |
| 5. | Huỳnh Mạnh Diễn | ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh |
| 6. | Nguyễn Quốc Thịnh | ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh |
| 7. | La Quốc Biểu | ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh |
| 8. | Vũ Thị Quỳnh Giao | ĐH Công nghiệp Hà Nội |
| 9. | Nguyễn Thị Thanh Hàng | ĐH Công nghiệp Hà Nội |
| 10. | Nguyễn Huy Hiển | ĐH Công nghiệp Hà Nội |
| 11. | Nguyễn Thị Hương | ĐH Công nghiệp Hà Nội |
| 12. | Nguyễn Văn Đoàn | ĐH Công nghiệp Hà Nội |
| 13. | Nguyễn Tài Lãm | ĐH Công nghiệp Hà Nội |
| 14. | Nguyễn Văn Duy | ĐH Giao thông vận tải |
| 15. | Nguyễn Tuấn Long | ĐH Giao thông vận tải |
| 16. | Nguyễn Văn Tuấn | ĐH Giao thông vận tải |
| 17. | Nguyễn Văn Duy | ĐH Giao thông vận tải |
| 18. | Đặng Quốc Cường | ĐH Giao thông vận tải |
| 19. | Phạm Việt Anh | ĐH Giao thông vận tải Tp.HCM |
| 20. | Đương Cao Trí | ĐH Giao thông vận tải Tp.HCM |
| 21. | Đoàn Văn Tới | ĐH Giao thông vận tải Tp.HCM |
| 22. | Nguyễn Thị Tuyết | ĐH KT C.Nghiệp Thái Nguyên |
| 23. | Vũ Trọng Nam | ĐH KT C.Nghiệp Thái Nguyên |
| 24. | Nguyễn Xuân Tùng | ĐH KT C.Nghiệp Thái Nguyên |

25. Lê Việt Long	ĐH KT C.Nghiệp Thái Nguyên
26. Hoàng Nguyễn Đức Giang	HV Kỹ thuật Quân sự
27. Lê Văn Minh	HV Kỹ thuật Quân sự
28. Hoàng Văn Bình	HV Kỹ thuật Quân sự
29. Hồ Sỹ Đạt	HV Phòng không-KQ
30. Nguyễn Công Minh	HV Phòng không-KQ
31. Nguyễn Xuân Quân	HV Phòng không-KQ
32. Trần Gia Hoàn	HV Phòng không-KQ

7. CHI TIẾT MÁY

A. GIẢI ĐỘNG ĐỘI

- 01 Giải nhất : ĐH Bách Khoa Hà nội
- 01 Giải nhì : Học viện Kỹ thuật Quân sự
- 02 Giải ba : ĐH Bách Khoa TP.HCM
Đại học Thủy lợi

B. GIẢI CÁ NHÂN

1. Trương Phú Lương

1. Nguyễn Văn Nam
2. Phạm Duy Hưng
3. Võ Khắc Phú
4. Trần Văn Hùng
5. Tạ Văn San

01 Giải nhất

HV Kỹ thuật Quân sự

05 Giải nhì

ĐH Bách khoa Hà nội

ĐH Bách khoa Hà nội

ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh

HV Kỹ thuật Quân sự

HV Kỹ thuật Quân sự

09 Giải ba

ĐH Bách khoa Hà nội

ĐH Bách khoa Hà nội

ĐH Bách khoa Hà nội

ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh

ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh

ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh

ĐH Thủy lợi

ĐH Thủy lợi

HV Kỹ thuật Quân sự

34 Giải Khuyến khích

1. Nguyễn Hữu Quyền

ĐH Bách khoa Hà nội

2.	Hoàng Thị Thái	ĐH Bách khoa Hà nội
3.	Phan Hữu Thanh Tú	ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh
4.	Võ Duy Công	ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh
5.	Lữ Tấn Nam Trung Việt	ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh
6.	Lê Hoàng Thuận	ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh
7.	Huỳnh Văn Ngọc Sơn	ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh
8.	Nguyễn Đức Thiện	ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh
9.	Nguyễn Quang Tiến	ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh
10.	Trần Minh Nhựt	ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh
11.	Nguyễn Kim Tùng	ĐH Công nghiệp Hà Nội
12.	Lê Đức Tuấn	ĐH Công nghiệp Hà Nội
13.	Đặng Đức Toàn	ĐH Công nghiệp Hà Nội
14.	Nguyễn Văn Mạnh	ĐH Công nghiệp Hà Nội
15.	Lê Hồng Hiếu	ĐH Cửu Long
16.	Hoàng Văn Duy	ĐH Giao thông vận tải
17.	Võ Đại Thành	ĐH Giao thông vận tải Tp.HCM
18.	Tạ Tấn Tài	ĐH Giao thông vận tải Tp.HCM
19.	Lê Thanh Thuận	ĐH Giao thông vận tải Tp.HCM
20.	Nguyễn Công Bằng	ĐH Mỏ - Địa chất
21.	Hoàng Văn Sơn	ĐH Mỏ - Địa chất
22.	Đỗ Tuấn Tài	ĐH Thủy lợi
23.	Nguyễn Văn Hoài	ĐH Thủy lợi
24.	Lê Văn Chính	ĐH Thủy lợi
25.	Phạm Ngọc Dũng	ĐH Xây dựng Hà Nội
26.	Nghiêm Minh Vương	ĐH Xây dựng Hà Nội
27.	Nguyễn Mạnh Chung	ĐH Xây dựng Hà Nội
28.	Trần Kế Nguyễn	ĐH Xây dựng Hà Nội
29.	Nguyễn Trung Kiên	ĐH Xây dựng Hà Nội
30.	Đinh Quang Huy	HV Kỹ thuật Quân sự
31.	Phan Văn Thắng	HV Kỹ thuật Quân sự
32.	Hồ Sĩ Hùng	HV Kỹ thuật Quân sự
33.	Nguyễn Việt Thịnh	HV Kỹ thuật Quân sự
34.	Bùi Văn Thành	HV Kỹ thuật Quân sự

8. ỨNG DỤNG TIN HỌC TRONG CƠ HỌC

8.1. Ứng dụng tin học trong Cơ học kỹ thuật

A. GIẢI ĐỘNG ĐỘI

- 01 Giải nhất : ĐH Bách Khoa Hà nội
- 02 Giải ba : HV Kỹ thuật Quân sự
Đại học Bách khoa Tp.HCM

B. GIẢI CÁ NHÂN

1. Nguyễn Duy Hưng	ĐH Bách khoa Hà nội
05 Giải nhì	
1. Tô Văn Dũng	ĐH Bách khoa Hà nội
2. Nguyễn Minh Nhật	HV Kỹ thuật Quân sự
3. Lê Quang Dương	ĐH Bách khoa Hà nội
4. Dương Thành Công	HV Kỹ thuật Quân sự
5. Nguyễn Tuấn Anh	ĐH SPKT Hưng Yên
09 Giải ba	
1 Nguyễn Doãn Hùng	HV Kỹ thuật Quân sự
2 Đào Minh Quân	ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh
3 Bùi Đức Anh	HV Kỹ thuật Quân sự
4 Nguyễn Việt Dũng	ĐH Bách khoa Hà nội
5 Nguyễn Đức Bình	HV Kỹ thuật Quân sự
6 Đào Việt Tú	ĐH Bách khoa Hà nội
7 Trần Thế Huy	ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh
8 Trịnh Văn Bằng	ĐH SPKT Hưng Yên
9 Lê Văn Cường	HV Kỹ thuật Quân sự
33 Giải Khuyến khích	
1. Nguyễn Ngọc Đạt	ĐH Bách khoa Hà nội
2. Nguyễn Đức Toản	ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh
3. Bùi Minh Hòa	ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh
4. Châu Anh Khoa	ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh
5. Nguyễn Hồ Nghĩa	ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh
6. Nguyễn Ngọc Minh	ĐH BK Đà Nẵng
7. Nguyễn Quang Ngọc Hiếu	ĐH Công Nghệ Tp.HCM
8. Lê Xuân Hùng	ĐH Công Nghệ Tp.HCM
9. Dương Văn Bảo	ĐH Công Nghệ Tp.HCM

10. Phạm Nguyên Khang	ĐH Công Nghệ Tp.HCM
11. Nguyễn Hữu Thiện	ĐH Công nghiệp Hà Nội
12. Nguyễn Nhựt Quang	ĐH Kiến Trúc Tp.HCM
13. Lê Công Trường	ĐH SPKT Hưng Yên
14. Đặng Phúc Quỳnh	ĐH SPKT Hưng Yên
15. Nguyễn Huy Tùng	ĐH SPKT Hưng Yên
16. Lương Văn Bình	ĐH Thủy lợi
17. Đặng Quang Chính	ĐH Thủy lợi
18. Ninh Duy Châu	ĐH Thủy lợi
19. Nguyễn Thùy Linh	ĐH Thủy lợi
20. Trần Thị Nhung	ĐH Thủy lợi
21. Tống Thị Phương	ĐH Thủy lợi
22. Vũ Thị Thảo	ĐH Thủy lợi
23. Nguyễn Ngọc Đoan	ĐH Trần Đại Nghĩa
24. Lê Văn Thắng	ĐH Trần Đại Nghĩa
25. Nguyễn Minh Phú	HV Kỹ thuật Quân sự
26. Trần Văn Đệ	HV Kỹ thuật Quân sự
27. Phạm Văn Thành	HV Kỹ thuật Quân sự
28. Nguyễn Văn Sơn	HV Kỹ thuật Quân sự
29. Lê Ngọc Anh	HV Kỹ thuật Quân sự
30. Hoàng Lê Hoàn	HV Kỹ thuật Quân sự
31. Ngô Xuân Luận	HV Kỹ thuật Quân sự
32. Trần Kim Tuyến	HV Phòng không-KQ
33. Nguyễn Văn Quý	HV Phòng không-KQ

8.2. Ứng dụng tin học trong Chi tiết máy

A. GIẢI ĐỘNG ĐỘI

- 01 Giải nhất : Đại học Kinh doanh & Công nghệ Hà nội
- 01 Giải nhì : ĐH Thủy lợi
- 02 Giải ba : ĐH Xây dựng HN
ĐH Bách Khoa TP Hồ Chí Minh

B. GIẢI CÁ NHÂN

03 Giải nhất

1. Nguyễn Thanh Tùng ĐH KĐ và Công nghệ HN
2. Đào Duy Hải ĐH KĐ và Công nghệ HN
3. Phạm Đắc Quyền ĐH KĐ và Công nghệ HN

06 Giải nhì

- | | |
|--------------------|-------------|
| 1. Ngô Quang Trung | ĐH Thủy lợi |
| 2. Phạm Minh Tâm | ĐH Thủy lợi |
| 3. Phạm Văn Tú | ĐH Thủy lợi |
| 4. Phan Thị Nhung | ĐH Thủy lợi |
| 5. Nguyễn Viết Lâm | ĐH Thủy lợi |
| 6. Lê Đỗ Tất Thành | ĐH Thủy lợi |

12 Giải ba

- | | |
|-----------------------|----------------------------|
| 1. Giang Quang Hiếu | ĐH Kinh tế và Công nghệ HN |
| 2. Lê Huy Khanh | ĐH Kinh tế và Công nghệ HN |
| 3. Nguyễn Ngọc Huy | ĐH Kinh tế và Công nghệ HN |
| 4. Nguyễn Trung Kiên | ĐH Xây dựng Hà Nội |
| 5. Trần Thị Minh | ĐH Xây dựng Hà Nội |
| 6. Đào Văn Thái | ĐH Xây dựng Hà Nội |
| 7. Bạch Văn Linh | ĐH Bách khoa Hà nội |
| 8. Trần Huy Tài | ĐH Bách khoa Hà nội |
| 9. Trần Xuân Đạt | ĐH Bách khoa Hà nội |
| 10. Phạm Ngọc Dũng | ĐH Xây dựng Hà Nội |
| 11. Nguyễn Quang Tùng | ĐH Xây dựng Hà Nội |
| 12. Lê Văn Phương | ĐH Xây dựng Hà Nội |

42 Giải khuyến khích

- | | |
|-----------------------|-----------------------------|
| 1. Lê Tân Sang | ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh |
| 2. Huỳnh Văn Ngọc Sơn | ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh |
| 3. Phan Hữu Thành Tú | ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh |
| 4. Dương Văn Minh | ĐH Giao thông vận tải |
| 5. Nguyễn Văn Thắng | ĐH Giao thông vận tải |
| 6. Đỗ Thị Toan | ĐH Giao thông vận tải |
| 7. Nguyễn Văn Lượng | HV Kỹ thuật Quân sự |
| 8. Nguyễn Văn Duẩn | HV Kỹ thuật Quân sự |
| 9. Đoàn Phương Thảo | HV Kỹ thuật Quân sự |
| 10. Nguyễn Văn San | ĐH Sao Đỏ |
| 11. Nguyễn Đức Mạnh | ĐH Sao Đỏ |
| 12. Nguyễn Văn Khương | ĐH Sao Đỏ |
| 13. Vũ Duy Công | ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh |
| 14. Nguyễn Minh Tân | ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh |

15. Nguyễn Quang Tiến	ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh
16. Nguyễn Thành An	ĐH Giao thông vận tải
17. Đặng Văn Hiếu	ĐH Giao thông vận tải
18. Vũ Thị Ninh	ĐH Giao thông vận tải
19. Lã Công Đường	ĐH Xây dựng Hà Nội
20. Đặng Trường Chuyên	ĐH Xây dựng Hà Nội
21. Ngô Quang Tuân	ĐH Xây dựng Hà Nội
22. Trần Quốc Huy	HV Kỹ thuật Quân sự
23. Từ Ngọc Sơn	HV Kỹ thuật Quân sự
24. Ngân Văn Nam	HV Kỹ thuật Quân sự
25. Đỗ Đức Nhàn	ĐH Hàng hải Việt Nam
26. Nguyễn Đình Minh	ĐH Hàng hải Việt Nam
27. Hoàng Văn Tạ	ĐH Hàng hải Việt Nam
28. Nguyễn Ngọc Hà	ĐH Giao thông vận tải
29. Đinh Quốc Trãi	ĐH Giao thông vận tải
30. Nguyễn Sơn Tùng	ĐH Giao thông vận tải
31. La Văn Đồn	ĐH Cửu Long
32. Phạm Thị Thúy Dương	ĐH Cửu Long
33. Nguyễn Hữu Kiệt	ĐH Cửu Long
34. Nguyễn Hữu Quyền	ĐH Bách khoa Hà nội
35. Nguyễn Xuân Hiển	ĐH Bách khoa Hà nội
36. Phạm Duy Hưng	ĐH Bách khoa Hà nội
37. Hoàng Văn Vũ	ĐH Công nghiệp Hà Nội
38. Nguyễn Văn Thỏi	ĐH Công nghiệp Hà Nội
39. Lê Văn Thuận	ĐH Công nghiệp Hà Nội
40. Đặng Đăng Khoa	ĐH Công Nghệ Tp.HCM
41. Nguyễn Thành Nam	ĐH Công Nghệ Tp.HCM
42. Nguyễn Văn Nhựt	ĐH Công Nghệ Tp.HCM

8.3. Ứng dụng tin học trong Nguyên lý máy

A. GIẢI ĐỒNG ĐỘI

- 01 Giải nhất : Đại học Công nghiệp Hà nội
- 01 Giải nhì : ĐH Bách Khoa TP Hồ Chí Minh
- 01 Giải ba : HV Kỹ thuật Quân sự

B. GIẢI CÁ NHÂN

1. Đỗ Tâm Long	01 Giải nhất ĐH Công nghiệp Hà Nội
1. Tạ Văn Hậu	02 Giải nhì ĐH Công nghiệp Hà Nội
2. Trần Đức Trọng	ĐH Công nghiệp Hà Nội
1. Doãn Quang Dũng	06 Giải ba ĐH Công nghiệp Hà Nội
2. Nguyễn Phi Thông	ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh
3. Nguyễn Xuân Vũ	HV Kỹ thuật Quân sự
4. Nguyễn Việt Dương	ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh
5. Tào Văn Hậu	ĐH Công nghiệp Hà Nội
6. Nguyễn Phước Thiện	ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh
12 Giải khuyến khích	
1. Đặng Vũ Hùng	HV Kỹ thuật Quân sự
2. Tô Văn Linh	ĐH Bách khoa Hà Nội
3. Dương Cẩm Phát	ĐH Công Nghệ Tp.HCM
4. Lữ Văn Chung	HV Kỹ thuật Quân sự
5. Đặng Văn Đức	ĐH Công nghiệp Hà Nội
6. Phạm Hoa Tới	ĐH Bách khoa Hà Nội
7. Huỳnh Đức Tin	ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh
8. Lê Công Hon	HV Kỹ thuật Quân sự
9. Đinh Thành Luân	ĐH Bách khoa TP Hồ Chí Minh
10. Trần Phúc Hồng Sơn	ĐH Giao thông vận tải Tp.HCM
11. Hồ Diên Nguyễn	HV Kỹ thuật Quân sự
12. Đinh Hồng Phong	HV Kỹ thuật Quân sự

PHẦN THƯỞNG QUÝ TÀI NĂNG CƠ HỌC NGUYỄN VĂN ĐẠO

Căn cứ vào kết quả kỳ thi Olympic Cơ học toàn quốc lần thứ XXVIII-2016, Quỹ tài năng Cơ học Nguyễn Văn Đạo quyết định tặng phần thưởng cho 06 thí sinh đã đạt được kết quả xuất sắc là:

Số thứ tự	Họ và tên	Trường	Môn thi	Điểm
1.	Phạm Phù Sa	ĐH Bách khoa Tp.HCM	Sức bền vật liệu	39.0
2.	Đào Thị Linh Linh	ĐH Kiến trúc Hà nội	Cơ học đất	36.0
3.	Hoàng Thị Chín	ĐH Kiến trúc Hà nội	Cơ học đất	36.0
4.	Trương Phú Lương	HV Kỹ thuật Quân sự	Chi tiết máy	36.0
5.	Nguyễn Duy Hưng	ĐH Bách khoa Hà nội	UD Tin học trong Cơ học Kỹ thuật	40.0
6.	Bùi Tâm Long	ĐH Công nghiệp Hà nội	UD Tin học trong Nguyên lý máy	37.0

Chủ tịch

NGND.GS.TSKH. *Nguyễn Hòa Thịnh*

**DANH SÁCH CÁC ĐỘI ĐẠT GIẢI ĐỒNG ĐỘI CÁC MÔN
OLYMPIC CƠ HỌC TOÀN QUỐC LẦN THỨ XXVIII - 2016**

Số	Môn học	Đại học	Tỉnh/TP	Cơ sở
1	Cơ học kỹ thuật	ĐH Bách khoa HN	HV Phòng không-KQ	* DH Trần Đại Nghia * HV Kỹ thuật Quân sự
2	Sức bền vật liệu	HV Kỹ thuật Quân sự	* ĐH Giao thông vận tải * ĐH Kiến trúc HN	* ĐH Bách khoa HN * ĐH Xây dựng
3	Cơ học kết cấu	ĐH Kiến trúc HN	ĐH Xây dựng	
4	Thủy lực	ĐH Xây dựng	ĐH Bách khoa HN	ĐH Giao thông vận tải
5	Cơ học đất	ĐH Kiến trúc HN	ĐH Giao thông vận tải	* DH Bách khoa Tp.HCM * DH Công nghệ Giao thông VT
6	Nguyên lý máy	HV Kỹ thuật Quân sự	ĐH Bách khoa Tp.HCM	ĐH Bách khoa HN
7	Chi tiết máy	ĐH Bách khoa HN	HV Kỹ thuật Quân sự	* ĐH Bách khoa Tp.HCM * ĐH Thủy lợi
8	Ứng dụng tin học trong:			
8.1	Cơ học kỹ thuật	ĐH Bách khoa HN		* DH Bách khoa Tp.HCM * HVKT Quân sự
8.2	Chi tiết máy	ĐH Kinh tế và Công nghệ HN	ĐH Thủy lợi	* DH Bách khoa Tp.HCM * ĐH Xây dựng
8.3	Nguyên lý máy	ĐH Công nghiệp Hà Nội	ĐH Bách khoa Tp.HCM	HV Kỹ thuật Quân sự

**BÀNG THỐNG KÊ GIẢI CÁC TRƯỜNG
OLYMPIC CƠ HỌC TOÀN QUỐC LẦN THỨ XXVIII - 2016**

TT	Trường	Tổng TS dự thi	Giải cá nhân			Giải đồng đội		
			Nhất	Nhì	Ba	KK	Nhất	Nhì
1	HV Nông nghiệp VN	3				2		
2	CĐ Giao thông vận tải III	4						
3	CĐ Xây Dựng Số 2	22				6		
4	ĐH Bách khoa Đà Nẵng	45				11		
5	ĐH Bách Khoa HCM	113	1	5	22	49		2
6	ĐH Bách khoa Hà Nội	72	3	13	16	19	3	1
7	ĐH Cần Thơ	32				5		
8	ĐH CN GTVT	49		1	4	12		1
9	ĐH CN Sài gòn	19				2		
10	ĐH CN TP HCM	55				13		
11	ĐH Công Nghiệp Hà Nội	40	1	2	2	17	1	
12	ĐH Cửu long	17				5		
13	ĐH Dầu khí Việt Nam	7				3		
14	ĐH GT Vận tải Hà Nội	58	1	5	10	24		2

TT	Trường	Tổng TS dự thi	Giải cá nhân			Giải đồng đội		
			Nhất	Nhi	Ba	KK	Nhất	Nhi
15	ĐH Giao thông VT (Cơ sở 2)	27				5		
16	ĐH GTVT HCM	73			2	26		
17	ĐH Hàng hải	21		1	2	10		
18	ĐH KH Tự nhiên	8			4	2		
19	ĐH Kiến trúc HN	58	3	7	14	18	2	1
20	ĐH Kinh doanh & CN Hà nội	6	3		3		1	
21	ĐH KTCN Thái Nguyên	11				4		
22	ĐH Kiến Trúc Tp HCM	30			1	9		
23	ĐH Lâm nghiệp	8				3		
24	ĐH Mỏ - Địa chất	25				11		
25	ĐH Mỏ - Địa chất (Cơ sở Vũng Tàu)	10				3		
26	ĐH Mở Tp HCM	19				6		
27	ĐH Xây dựng Miền Trung	29				6		
28	ĐH Quy Nhơn	7						
29	ĐH Sao Đỏ	8				4		

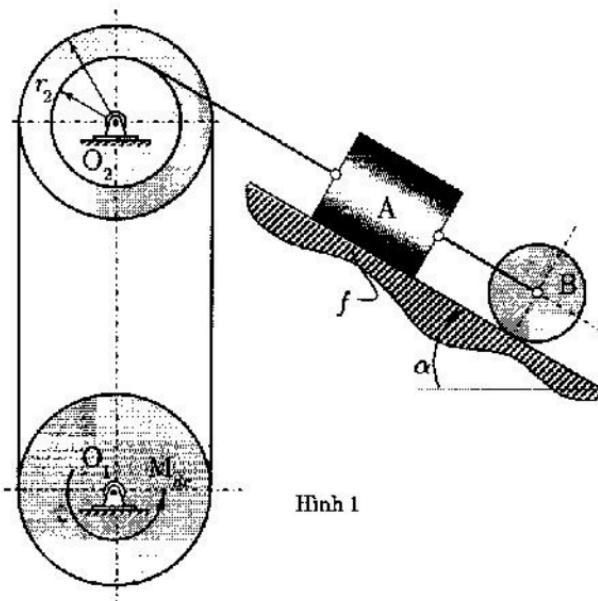
TT	Trường	Tổng TS dự thi	Giải cá nhân			Giải đồng đội		
			Nhất	Nhi	Ba	KK	Nhất	Nhi
30	ĐH Sư phạm KT Hung yên	41		1	2	17		
31	ĐH Thành Tây	1				1		
32	ĐH Thuỷ lợi Hà Nội	71		7	8	31		1
33	ĐH Trần Đại Nghĩa	19		1	3	10		1
34	ĐH Xây dựng HN	82	1	5	18	29	1	1
35	ĐH XD miền Tây	10				2		
36	ĐH Duy Tân	16				3		
37	ĐH Nha Trang	5				1		
38	HV KT Quân sự	92	2	14	25	34	2	2
39	HV Phòng không- Không quân	16		3	3	7		
Tổng		1229	15	65	139	410	10	10
								15

OLYMPIC CƠ HỌC TOÀN QUỐC -2016

ĐỀ THI

1. CƠ HỌC KỸ THUẬT

Bài 1. Rô to của động cơ O_1 là một trục tròn đồng chất bán kính r_1 , khối lượng m_1 , quay quanh trục cố định nằm ngang qua O_1 . Ngẫu lực tác dụng lên trục động cơ M_{dc} . Băng truyền giữa trục động cơ và trục tời được xem là đồng chất có chiều dài ℓ và khối lượng riêng γ (kg/m) và luôn ở trạng thái căng, không giãn. Tời O_2 gồm hai đĩa tròn đồng chất ghép cùng với nhau, có khối tâm ở trục quay hình học O_2 . Khối lượng và bán kính tương ứng của chúng là m_2 , m_3 và r_1 , r_2 . Tời kéo vật A, có khối lượng m_3 , chuyển động theo mặt phẳng nghiêng không nhẵn, có hệ số ma sát trượt f , nghiêng một góc α so với mặt phẳng ngang. Vật A nối với con lăn B bằng dây cáp, con lăn B là một đĩa tròn đồng chất, khối lượng m , bán kính r chuyển động lăn không trượt theo mặt nghiêng. Bỏ qua khối lượng các đoạn dây cáp nối vật A với tời và với vật B và các đoạn dây luôn ở trạng thái căng. Bỏ qua ma sát ở các ổ trục và ma sát lăn.



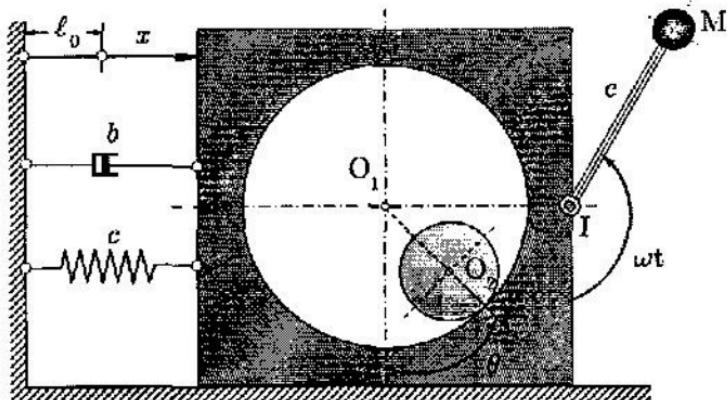
Hình 1

1) Tính động năng cơ hệ là hàm của vận tốc v của vật A và tính công suất cần thiết của động cơ để kéo vật A có vận tốc v và giá tốc a .

2) Giả sử $M_{dc} = a_0 - b_0 \bar{\omega}$, trong đó a_0, b_0 là các hằng số dương đã biết, $\bar{\omega}$ là vận tốc góc của động cơ, giả sử ban đầu hệ đứng yên. Tìm biểu thức vận tốc góc $\bar{\omega}$ của động cơ là hàm của thời gian và giá trị vận tốc góc bình ổn (vận tốc góc tối hạn). Tính thời gian T^0 để vật A đạt được vận tốc bằng 95% vận tốc của chế độ bình ổn.

3) Tính lực căng trong nhánh dây giữa vật A và B.

Bài 2. Một bàn nghiên rung có khối lượng m_1 di chuyển theo phương ngang, không ma sát, được kích động bằng quả văng có khối lượng m (xem là chất điểm) nằm cách trục quay I khoảng cách c và quay đều với vận tốc góc ω . Bộ giảm chấn lò xo có độ cứng c và giảm chấn thủy lực với hệ số giảm chấn b . Một đĩa tròn đồng chất, có khối lượng m_2 , bán kính r lăn không trượt theo lỗ tròn của bàn rung có bán kính R . Chọn các tọa độ suy rộng là x và θ , trong đó x kể từ điểm mứt của lò xo khi chưa biến dạng đến mép của bàn nghiên, θ là góc nghiêng của đường qua tâm O_1O_2 đối với phương thẳng đứng. Độ dài của lò xo khi chưa biến dạng là ℓ_0 .



Hình 2

1) Viết phương trình vi phân chuyển động của cơ hệ.

2) Xét trường hợp $m_2 \ll m_1$, θ bé, giả thiết rằng $\cos \theta \approx 1$, $\sin \theta \approx \theta \ll 1$, $m_2 \sin \theta \approx 0$. Tìm chuyển động của cơ hệ trong chế độ bình ổn.

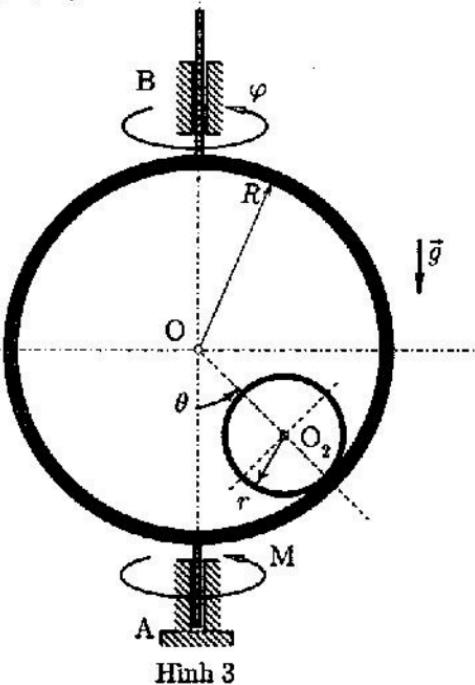
3) Hãy tính lực do đĩa tác dụng lên bàn nghiên rung tại điểm tiếp xúc giữa đĩa và bàn nghiên ứng với các điều kiện đã cho trong câu 2) với điều kiện đầu: $x(t_0) = x_0, \dot{x}(t_0) = \dot{x}_0; \theta(t_0) = \theta_0, \dot{\theta}(t_0) = \dot{\theta}_0$.

Bài 3. Cho một vành tròn đồng chất khối lượng m (tập trung trên vành) bán kính r có thể chuyển động lăn không trượt theo mặt trong nhám của vành tròn đồng chất, khối lượng m_1 , khối lượng tập trung trên vành, bán kính R . Vành tròn bán kính R quay quanh đường kính thẳng đứng của nó dưới tác dụng của momen quay M . Chọn các tọa độ suy rộng là góc quay φ của vành quanh trục thẳng đứng và góc θ giữa O_1O_2 và phương thẳng đứng. Bỏ qua ma sát tại các ổ trục quay.

1) Thiết lập phương trình vi phân chuyển động của cơ hệ.

2) Giả sử vành tròn bán kính R quay quanh trục thẳng đứng với vận tốc góc không đổi ω_0 . Hãy xác định vị trí cân bằng của vành tròn tâm O_2 (vị trí cân bằng tương đối) được ký hiệu qua góc θ^* .

3) Tìm quy luật dao động bé của vành tròn tâm O_2 quanh vị trí cân bằng tương đối khi cho đĩa lệch khỏi vị trí cân bằng tương đối θ^* một góc θ_0 không vận tốc đầu ($\theta(0) = 0$).



Hình 3

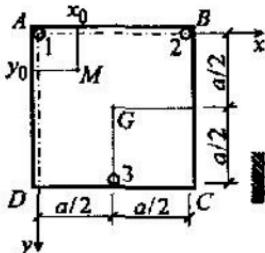
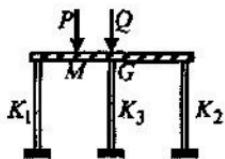
2. SỨC BỀN VẬT LIỆU

Bài 1: Hệ gồm ba thanh chống thẳng đứng, đỡ một sàn phẳng tuyệt đối cứng nằm ngang (Hình 1). Biết độ cứng chống kéo (nén) của ba thanh 1, 2, 3 lần lượt là $K_1 = \frac{EF_1}{L_1} = 0,25K$; $K_2 = \frac{EF_2}{L_2} = 0,35K$;

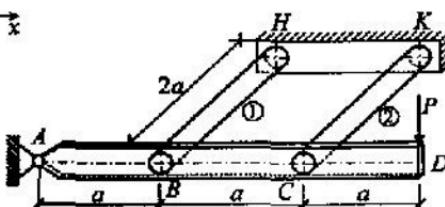
$$K_3 = \frac{EF_3}{L_3} = 0,40K.$$

Sàn có độ dày đều, trọng lượng $Q = 24kN$. Trên sàn đặt một vật nặng có trọng lượng $P = 12kN$. Coi các thanh chống không trọng lượng và chỉ chịu kéo (nén) khi hệ biến dạng, hệ đàm bảo bền và ổn định làm việc. Biết $a = 3m$, $K = 1,2 \cdot 10^4 kN/m$.

1. Tìm vị trí đặt vật nặng (diagram M) để khi hệ biến dạng sàn vẫn nằm ngang?
2. Nếu vật nặng đặt tại điểm giữa (điểm G) của sàn thì góc nghiêng của cạnh AB theo phương x và góc nghiêng cạnh AD theo phương y là bao nhiêu độ?
3. Giả sử coi hệ, sàn, cột không trọng lượng, hãy tính hệ số động khi vật nặng trọng lượng P rơi tự do từ độ cao $H = 0,2m$ xuống vị trí điểm M tìm được ở câu 1.



Hình 1



Hình 2

Bài 2: Cho hệ gồm hai thanh đàn hồi giống nhau hoàn toàn (ký hiệu là 1 và 2), được ngầm chặt một đầu, đầu còn lại được hàn với một tấm cứng tuyệt đối. Tấm cứng liên kết khớp cố định tại A, trực của hai thanh cùng nằm trong mặt phẳng nằm ngang và vuông góc với tấm cứng như trên

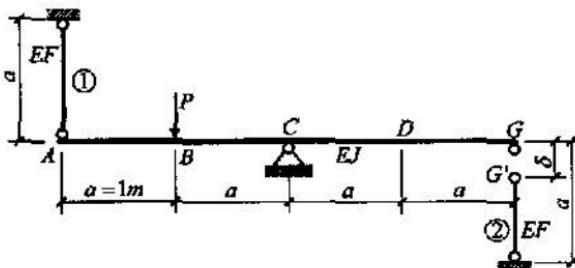
hình vẽ (Hình 2). Hai thanh đàn hồi có mặt cắt ngang là hình tròn đường kính d không đổi, được làm từ vật liệu có mô đun đàn hồi E , mô đun đàn hồi trượt G (cho $G = 0,5E$), ứng suất cho phép $[\sigma]$. Hệ chịu tác dụng của lực tập trung P theo phương thẳng đứng tại D . Biết rằng tâm cứng chỉ chuyển vị trong mặt phẳng thẳng đứng. Giả thiết chuyển vị trong hệ bé, bỏ qua chiều dày tâm cứng và trọng lượng bản thân của hệ. Khi tính chuyển vị không xét đến ảnh hưởng của lực cắt. Cho $a = 1m$; $d = 6cm$; $[\sigma] = 16kN/cm^2$; $E = 2 \cdot 10^7 N/cm^2$.

1. Vẽ biểu đồ nội lực cho hai thanh đàn hồi theo P và a .
2. Xác định giá trị cho phép của lực P ($|P| = ?$) để hai thanh đàn hồi đảm bảo điều kiện bền theo thuyết bền ứng suất tiếp lớn nhất (thuyết bền 3).
3. Tính chuyển vị của điểm đặt lực P (điểm D) với giá trị của lực $|P|$ tính trong câu 2).

Bài 3: Kết cấu gồm một dầm $ABCDG$ có độ cứng chống uốn EJ đặt trên gối tựa cố định C và liên kết với thanh treo 1 có độ cứng chống kéo (nén) EF tại A (Hình 3). Thanh số 2 có độ cứng chống kéo (nén) EF , đầu G' đặt cách đầu G của dầm $ABCDG$ một khe hở nhỏ $\delta = \frac{220a}{EF}$ (cm).

Cho biết $E = 2 \cdot 10^4 kN/cm^2$; $F = 5cm^2$; $a = 1m$; $\frac{EJ}{EF} = a^2$.

1. Nối G với G' , hãy tính lực dọc và ứng suất trong các thanh 1 và 2.
2. Nếu sau khi nối G với G' , ta đặt một lực $P = 297kN$ tại B . Xác định nội lực trong các thanh 1, 2 và tính độ võng của điểm A, G của dầm.
3. Với kết cấu và lực P cho ở câu 2, đặt thêm lực Q vào mặt cắt D của dầm với phương và chiều như lực P . Gọi σ_1 là ứng suất trong thanh 1 và σ_2 là ứng suất trong thanh 2. Xác định giá trị của lực Q để $|\sigma_1| = |\sigma_2|$.



Hình 3

3. CƠ HỌC KẾT CẤU

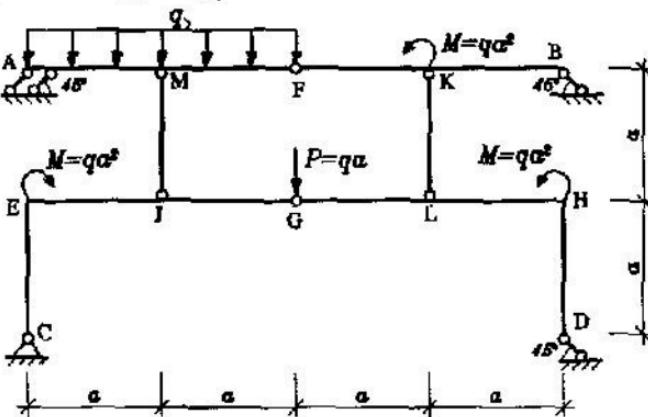
Bài 1 Cho hệ có sơ đồ tĩnh như hình 1, yêu cầu:

1) Xét cấu tạo hình

học của hệ, chứng minh hệ là đủ liên kết và bất biến hình;

2) Vẽ các biểu đồ nội lực mô men uốn, lực cắt và lực dọc;

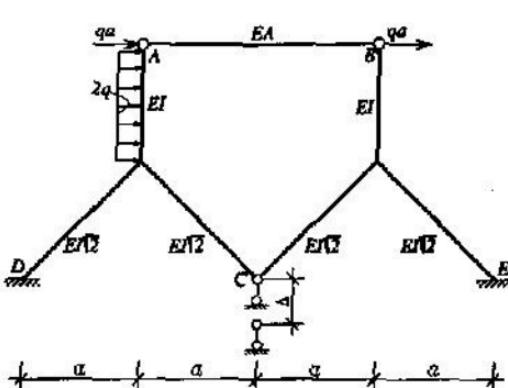
3) Bằng cách dùng đường ảnh hưởng tương ứng, tính giá



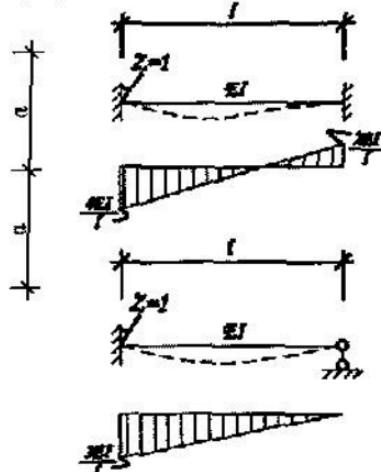
Hình 1

trị mô men uốn tại K và thành phần phản lực ngang tại C, khi $P=1$ thẳng đứng, hướng xuống, chạy trên hai đầm ngang của khung.

Bài 2 Cho hệ chịu lực như hình 2. Giả thiết bỏ qua ảnh hưởng của biến dạng trượt và biến dạng dọc trực trong các thanh chịu uốn khi tính toán nội lực của hệ, yêu cầu: 1) Tính và vẽ các biểu đồ nội lực (M), (Q), (N) cho hệ; 2) Tính chuyển vị thẳng tương đối giữa A và B theo phương ngang. Cho biết trước: $EA = EI/a^2$ và $\Delta = 4q a^4/EI$.



Hình 2



Biểu đồ mău

4. THỦY LỰC

Bài 1. Một quả cầu đồng chất có thể tích V_0 được giữ bằng một sợi dây trong một thùng chứa nước như hình vẽ. Nếu thùng chuyển động nhanh dần đều theo phương x với giá tốc a và quả cầu vẫn ngập trong nước:

1-Hay xác định hướng di chuyển của quả cầu và giải thích tại sao?

2-Khi quả cầu ổn định, gọi α là góc nghiêng của dây so với phương ngang, xác định α ?

3-Tính lực căng T của dây khi quả cầu nghiêng ổn định.

4-Nếu $V_0 = 0,01m^3$, $a = 4 m/s^2$ và quả cầu có tỷ trọng $\delta = 0,4$, xác định góc nghiêng α và lực căng T .

Bài 2. Một dòng chảy phẳng có thể , chất lỏng lý tưởng không nén được, khối lượng thể tích là ρ_0 , lực khói là trọng lực, trục z thẳng đứng hướng lên trên. Thành phần vận tốc U_x có dạng như sau :

$$\frac{U_z}{U_0} = 1 - 2x - x^2 - xy + 2y + y^2$$

1- Tìm hàm số thế $\phi(x,y)$ nếu biết điểm dừng tại $A(1,1)$

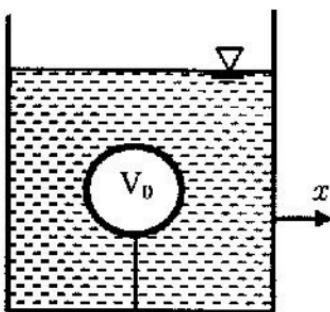
2- Tìm hàm dòng $\psi(x,y)$ và lưu khói đơn vị chảy giữa 2 điểm $A(1,1)$ và $B(0,0)$

3- Tính lưu số Γ theo đường thẳng AB

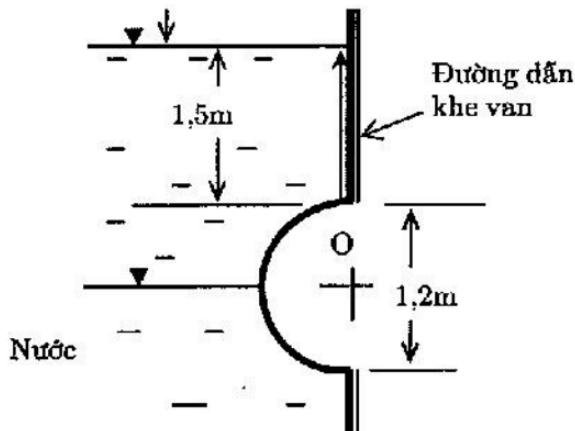
4- Tính áp suất tại A , biết tại B áp suất bằng không

5- Tìm hàm thế phức dưới dạng $W(z)$, biết $Z = x + iy$

Bài 3. Cửa van nửa hình trụ tròn, nằm ngang, chịu tác dụng của dầu ở trên và nước ở dưới, chắn ngang cửa cống hình chữ nhật nằm ngang có chiều cao $1,2m$, chiều rộng $1,0m$ vuông góc với mặt phẳng như hình vẽ. Mặt nằm ngang phân cách giữa dầu và nước đi qua tâm O của mặt trụ tròn. Cửa van có đường kính $1,2m$, dài $1,0m$. Biết rằng cửa van nặng $5000N$ và hệ số ma sát giữa cửa van và các đường dẫn khe van là $f = 0,1$.



Hãy tính lực ban đầu
T cần thiết để nâng
cửa van lên. Cho
biết, mật độ của dầu
 $\rho_d = 900 \text{ kg/m}^3$; Mật
độ của nước $\rho_n =$
 1000 kg/m^3 . Trong
tính toán, lấy $g =$
 10 m/s^2 .

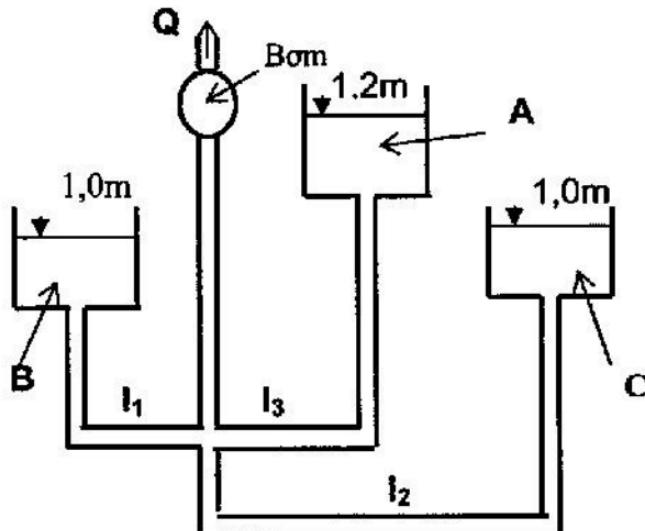


Bài 4. Một bơm có lưu lượng $Q = 0,25 \text{ l/s}$ hút đồng thời xăng từ 3 bình A , B , C qua các đường kính ống bằng nhau $d_1 = d_2 = d_3 = 0,01 \text{ m}$, có các chiều dài khác nhau $l_1 = 3,6 \text{ m}$, $l_2 = 4,7 \text{ m}$, $l_3 = 3 \text{ m}$, hệ số ma sát thuỷ lực $\lambda = 0,035$.

1- Tính lưu lượng trong các ống

2- Với lưu lượng của bơm bằng bao nhiêu thì xăng trong 2 bình thấp B và C không bị hút nữa?

Cho biết mức xăng trong các bình so với mặt chuẩn là $1,2 \text{ m}$ đối với bình A , $1,0 \text{ m}$ đối với bình B và C ,



5. CƠ HỌC ĐẤT

Bài 1: Tường vây hổ móng cao 15 m coi là tuyệt đối cứng, chắn giữ khối đất sau tường gồm 4 lớp nằm ngang có chỉ tiêu cơ lý và chiều dày được mô tả trong bảng:

Chỉ tiêu đất sau tường và chiều dày mỗi lớp đất

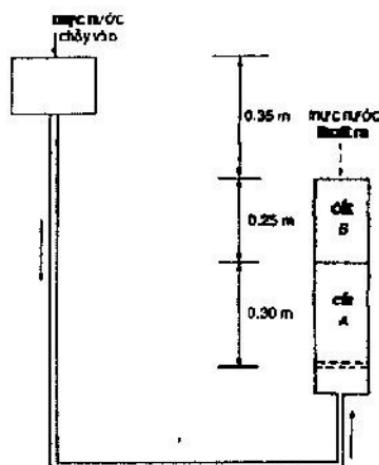
TT	Tên lớp đất	$\gamma(kN/m^3)$	ϕ^0	$c(kN/m^2)$	Chiều dày
1	Đất xỉ quặng	17	20	5	5 m
2	Đất á cát	19	16	10	3 m
3	Đất á sét	18.5	14	12	4 m
4	Đất sét	19	14	16	3 m

Mực nước ngầm ở cao trình cách đỉnh tường 5 m, trên đỉnh tường có tải trọng phân bố đều liên tục với cường độ $20 kN/m^2$. Lớp đất dưới mực nước ngầm có trọng lượng riêng ở bảng trên là trọng lượng riêng bão hòa.

1. Tính và vẽ biểu đồ cường độ áp lực đất chủ động tác dụng lên tường.
2. Xác định trị số tổng các áp lực lên tường.

Bài 2: Thí nghiệm thấm với chiều cao cột áp không đổi được mô tả như hình vẽ. Nước thấm qua 2 mẫu đất A và B có đặc trưng thấm khác nhau. Mẫu đất A có $e_1 = 0.65$, $G_{s1} = 2.7$; mẫu đất B có $e_2 = 0.55$, $G_{s2} = 2.65$. Mẫu đất A có hệ số thấm $k_1 = 0.4 mm/s$ và 35% chênh lệch cột áp bị thất thoát khi nước chảy xuyên qua mẫu đất A. Hãy xác định:

1. Chiều cao cột nước trong ống đo áp tại mặt phân cách giữa lớp đất, vận tốc thấm qua đất và hệ số thấm của đất B.
2. Chênh lệch cột áp giữa mực nước chảy vào và mực nước thoát ra để hiện



tương ứng mất ổn định xảy ra? Mẫu đất nào sẽ bị mất ổn định trước?

Bài 3: Một mái dốc vô hạn có góc nghiêng $\beta=15^\circ$, lớp trên là đất dính dày 4m ($c = 10 kPa$, $\phi = 24^\circ$, $\gamma = 18 kN/m^3$, $\gamma_m = 20 kN/m^3$), bên dưới là lớp đất cứng ổn định, thoát nước tốt nằm song song với mặt đất. Hãy đánh giá khả năng trượt phẳng trong hai trường hợp:

- Không có nước trong móng.
- Mực nước ngầm tại độ sâu 2m song song với mặt đất và dòng thấm song song. Trong cả hai trường hợp đều lấy góc ma sát giữa hai lớp đất bằng $\phi = 24^\circ$.

Bài 4: Móng vuông có diện tích $F = 2.2 \times 2.2 m$, áp lực tiêu chuẩn gây lún trung bình ở ngang mức đáy móng $p_i = 120 kPa$, móng đặt ở độ sâu $h = 1.6 m$. Nền đất gồm hai lớp trên đá cứng (thoát nước với hệ số thấm $k = 1.2 \times 10^{-11} m/s$):

Lớp sét trên dày $h_1 = 3.0 m$ có $\gamma = 18.2 kN/m^3$, $\gamma_{bh} = 19 kN/m^3$, phương trình đường cong nén $e_i = 0.96 - 0.062 \ln(p_i/10)$, hệ số thấm $k = 5.2 \times 10^{-10} (m/s)$;

Lớp sét dưới dày $h_2 = 2.4 m$ có $\gamma_{bh} = 18.9 kN/m^3$, phương trình đường cong nén $e_i = 0.93 - 0.059 \ln(p_i/10)$, hệ số thấm $k = 3.5 \times 10^{-10} (m/s)$. Mực nước ngầm nằm ngang mức đáy móng. Đơn vị của p_i là kPa.

1. Sử dụng phương pháp lớp tương đương để tính độ lún tại tâm móng. Cho biết $A\omega_0 = 1,58$.

2. Tính thời gian để nền đất đạt độ cố kết $U_t = 90\%$. Giả thiết thời gian xây dựng công trình không đáng kể. Dùng sơ đồ cố kết 0-2, cho biểu thức

$$\text{độ cố kết } U_{0-2} = \frac{2}{\alpha + 1} U_0 + \frac{\alpha - 1}{\alpha + 1} U_2, \text{ trong đó } \alpha = \frac{\sigma_{z=h_1}^{p_i}}{\sigma_{z=h_1+h_2}^{p_i}}$$

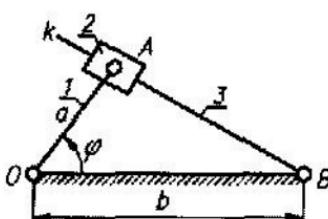
Ghi chú: Khi tính toán lấy trọng lượng riêng của nước bằng $10 kN/m^3$

6. NGUYỄN LÝ MÁY

Bài I: [15.0 điểm]

Cơ cấu culit chính tâm OAB trên hình 1 có các kích thước động học $OA=a$, $OB=b$ ($a, b > 0$). Khâu 1 quay liên tục quanh tâm O theo chiều ngược kim đồng hồ. Vị trí của cơ cấu được xác định theo góc định vị φ

của khâu 1.



Hình 1

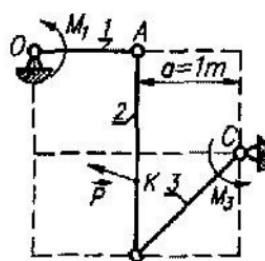
1.1. Xét trường hợp $a=1m$, $b=2m$ và thời điểm khảo sát ứng với $\varphi = \pi/2$ radian. Lúc đó, khâu 1 đang quay ngược chiều kim đồng hồ, chậm dần, với trị số vận tốc góc và gia tốc góc $\omega_1=5\text{rad/s}$, $\varepsilon_1=25\text{rad/s}^2$. Xác định vận tốc góc, gia tốc góc của khâu 3 bằng cách vẽ họa đồ.

1.2. Xét trường hợp $b = 2a$. Tìm và biểu diễn bằng hình vẽ các vị trí của cơ cấu mà tại đó giá trị vận tốc góc của khâu 1 lớn gấp ba lần giá trị vận tốc góc của khâu 3 ($|\omega_1|=3|\omega_3|$).

1.3. Xét trường hợp $a = b$. Với mỗi vị trí xác định của cơ cấu, hãy tìm và biểu diễn trên mặt phẳng chuyển động của nó điểm E sao cho biểu thức $U = V_{E_1}^2 + V_{E_2}^2 + V_{E_3}^2$ có giá trị nhỏ nhất ($V_{E_1}, V_{E_2}, V_{E_3}$ là trị số vận tốc của các điểm E trên ba khâu 1, 2, 3).

Bài II: [15.0 điểm]

Cơ cấu bốn khâu bốn lè trên hình 2 chuyển động trong mặt phẳng nằm ngang có các kích thước động học và vị trí khảo sát được cho theo lối ô vuông, cạnh mỗi vuông $a=1m$. Hệ ngoại lực tác dụng trong mặt phẳng chuyển động gồm mômen M_1 trên khâu 1, mômen M_3 trên khâu 3 và lực \vec{P} trên khâu 2 (M_1, M_3 có chiều như hình vẽ, $M_3=3000\text{Nm}$). Lực \vec{P} có điểm đặt K di chuyển trên đường thẳng AB, còn phương, chiều và trị số chưa cho. Bỏ qua ma sát tại các khớp động, lực cản của môi trường, trọng lực và lực quán tính của các khâu.



Hình 2

2.1. Xét trường hợp lực \vec{P} nằm ngang, hướng từ phải sang trái, có độ lớn $P=2000\text{N}$ và K là trung điểm của AB. Hãy xác định phản lực liên kết tại tất cả các khớp động và mômen M_1 trong tư cách mômen cân bằng của cơ cấu.

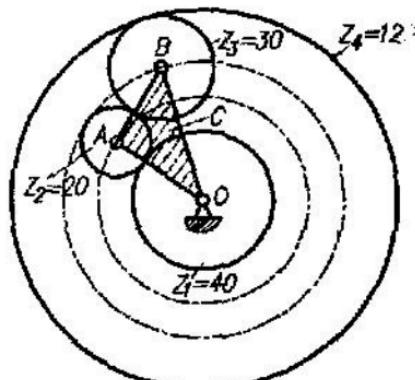
2.2. Vẫn xét trường hợp lực \vec{P} nằm ngang, hướng từ phải sang trái và có độ lớn $P=2000\text{N}$. Cho biết thêm $M_1=4000\text{Nm}$. Tìm vị trí của điểm K trên đường thẳng AB để các khâu của cơ cấu có thể cân bằng (tại vị trí đã cho) dưới tác dụng của hệ lực $\{M_1, \vec{P}, M_3\}$.

2.3. Xét trường hợp K là trung điểm của đoạn thẳng AB và $M_1=500\text{Nm}$.

Tìm giá trị nhỏ nhất của lực \vec{P} và phương, chiều tương ứng của nó để tại vị trí đã cho, các khâu của cơ cấu có thể nằm trong trạng thái cân bằng dưới tác dụng của hệ lực $\{M_1, \vec{P}, M_3\}$.

Bài III: [6.0 điểm]

Ba khâu trung tâm Z_1, Z_4 , cần C trong hệ bánh răng vi sai trên hình 3 có đường tâm trực là O. Hai bánh răng hành tinh Z_2, Z_3 (cùng được mang bởi cần C) ăn khớp ngoài với nhau. Bánh Z_2 còn ăn khớp ngoài với bánh Z_1 trong khi bánh Z_3 ăn khớp trong với bánh Z_4 . Động cơ điện E để dẫn động cơ cấu có tốc độ quay $n_E=1200$ vòng/phút, có phần tĩnh (stator) gắn cố định với cần C, còn phần động (rotor) gắn cùng và đồng trục với bánh răng Z_2 . Hãy xác định tốc độ quay tuyệt đối của cần C trong hai trường hợp sau:



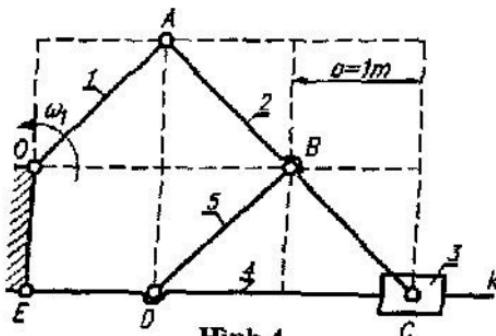
Hình 3

3.1. Cố định bánh răng Z_4 với giá.

3.2. Nối động bánh răng Z_4 với bánh răng Z_1 bằng một hệ bánh răng thường sao cho hai bánh răng này quay ngược chiều nhau với cùng một giá trị tốc độ.

Bài IV: [4 điểm]

Cơ cấu thanh phẳng 6 khâu OABCDE có các kích thước động học và vị trí khảo sát được cho trên lưới ô vuông cạnh $a=1\text{m}$ như hình 4.



4.1. Tính số bậc tự do và xếp hạng cơ cấu khi chọn khâu 1 làm khâu dẫn.

4.2. Tại vị trí khảo sát, khâu

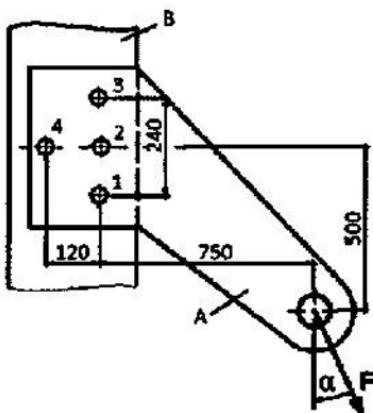
1 đang quay ngược chiều kim

đông hồ với trị số vận tốc góc $\omega_1=4\text{ rad/s}$. Xác định vận tốc góc của các khâu 2, 3, 4, 5 (cả trị số và chiều) ở vị trí đã cho.

7. CHI TIẾT MÁY

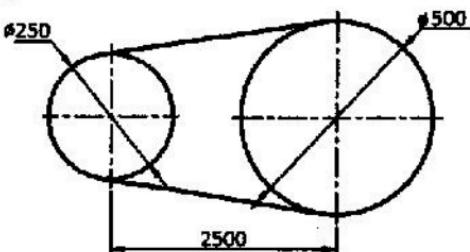
Bài 1. Ta sử dụng 4 bu lông để ghép tấm A vào cột B như hình 1. Lực F = 8000N tác dụng lên tấm A với góc nghiêng $\alpha = 30^\circ$. Cho trước hệ số ma sát giữa tấm A và cột B là f = 0,25; hệ số an toàn mối ghép k = 1,3; ứng suất kéo cho phép bu lông $[\sigma_k] = 100\text{MPa}$. Mỗi ghép có khe hở. Yêu cầu:

- Xác định trọng tâm nhóm bu lông, lực lớn nhất tác dụng bu lông và đường kính d_1 bu lông;
- Nên sắp xếp vị trí 4 bu lông như thế nào cho hợp lý hơn? Tại sao?



Bài 2. Bộ truyền đai dẹt có đường kính bánh dẫn $d_1 = 250\text{mm}$, bánh bị dẫn $d_2 = 500\text{mm}$, khoảng cách trục a = 2500 mm. Hệ số ma sát giữa đai và bánh đai f = 0,3. Công suất truyền $P_1 = 6,0 \text{ kW}$, số vòng quay $n_1 = 950 \text{ vg/ph}$. Lực căng đai ban đầu $F_0 = 600\text{N}$. Yêu cầu:

- Tính lực căng F_1, F_2 trên các nhánh đai khi làm việc (bỏ qua lực căng do lực ly tâm);
- Xác định hệ số kéo φ ;
- Nếu dùng bánh căng đai để tăng góc ôm α_1 và α_2 lên thêm 30° thì công suất truyền P_1 lớn nhất là bao nhiêu?



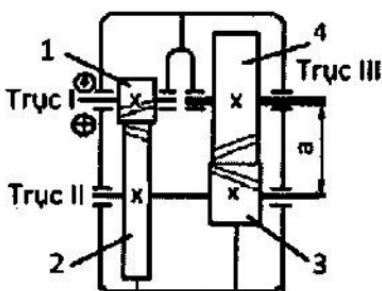
Bài 3. Cho hộp giảm tốc hai cấp đồng trục như hình 3. Cho biết số răng:

$z_1 = 24$; $z_2 = 72$; tỷ số truyền cấp bánh răng trù răng nghiêng cấp chậm

$u_{34} = 4$; số vòng quay của trục I:

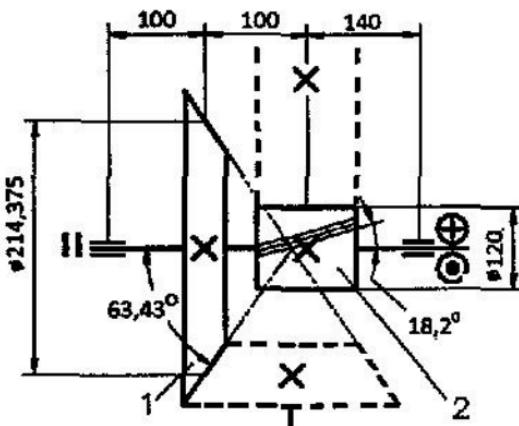
$n_I = 960 \text{ vg/ph}$; mõm đùn các cặp bánh răng giống nhau ($m_n = 4 \text{ mm}$). Khoảng cách trục $a_{12} = a_{34} = a = 200\text{mm}$.

Yêu cầu:



- a) Xác định góc nghiêng răng β_1 của cặp 1-2, số răng z_3, z_4 và góc nghiêng β_2 của cặp bánh răng 3-4 với $20^\circ \geq \beta_2 \geq 8^\circ$.
- b) Nếu chọn $\psi_{ba12} = 0,25, \psi_{ba34} = 0,5$, chứng minh rằng khả năng tải của bộ truyền bánh răng 1-2 không dùng hết?

Bài 4. Trục trung gian II của hệ thống truyền động truyền mômen từ bánh răng bị dẫn 1 (răng côn răng thẳng) sang bánh dẫn 2 (răng trụ răng nghiêng) với kích thước cho trên hình 4. Mômen xoắn trên trục II là $T_{II} = 1000$ Nm. Cho trước ứng suất uốn cho phép trục $[\sigma_F] = 120$ MPa. Yêu cầu:



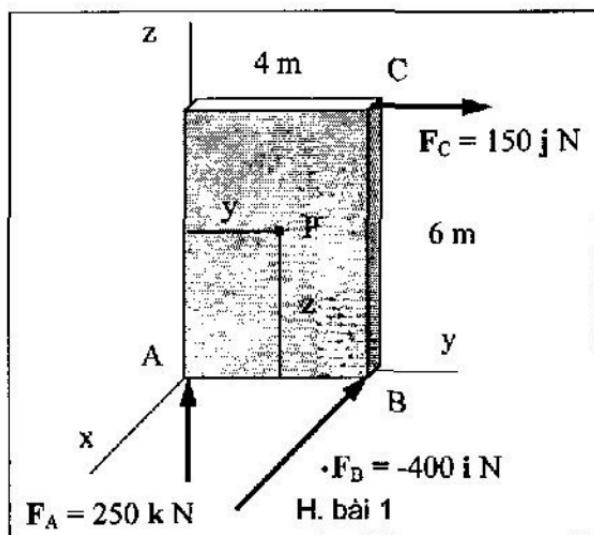
- a) Xác định phương, chiều và giá trị lực tác dụng lên các bánh răng 1 và 2.
- b) Xác định phản lực và vẽ các biểu đồ mômen trục II, tính đường kính trục tại tiết diện nguy hiểm.

8. ỨNG DỤNG TIN HỌC TRONG CƠ HỌC

8.1. Ứng dụng tin học trong Cơ học kỹ thuật

Bài 1. (6 điểm)

Hệ ba lực F_A , F_B , và F_C (xem hình vẽ) tương đương với một hệ xoắn gồm lực F_R và véc tơ ngẫu lực M song song nhau, lực F_R đặt tại điểm $P(0, y, z)$. Hãy xác định: (a) véc tơ lực F_R và véc tơ ngẫu lực M . (b) tọa độ y và z của điểm $P(0, y, z)$ trên mặt yz . Trong hình vẽ ba véc tơ đơn vị của ba trục tọa độ xyz tương ứng là $\{i, j, k\}$.



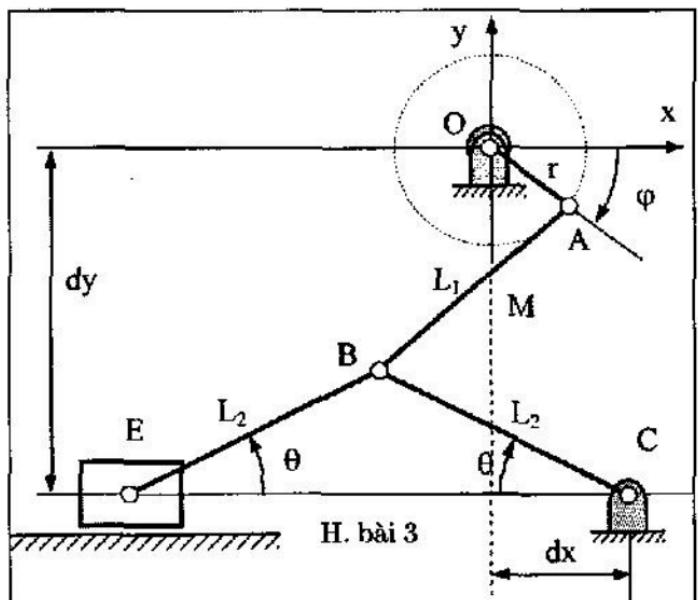
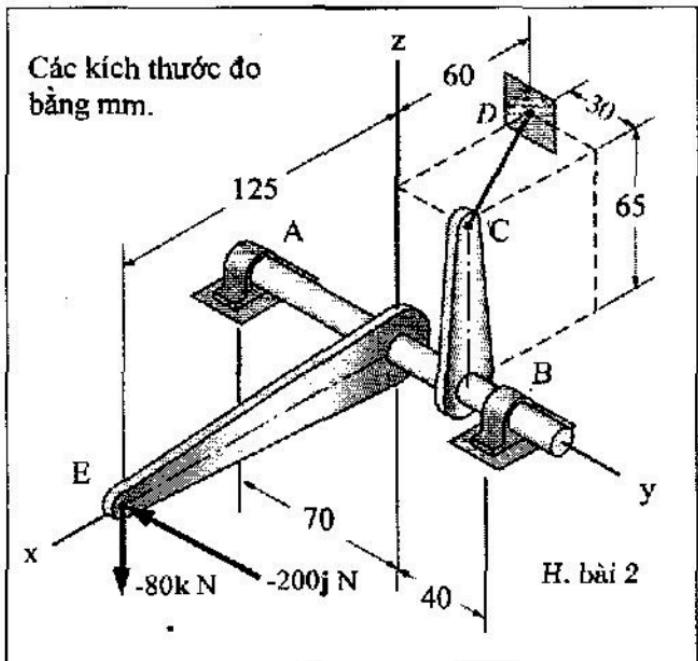
Bài 2. (10 điểm)

Trục AB được giữ nằm ngang nhờ ổ đỡ chặn tại A, ổ đỡ tại B, và thanh nhẹ CD. Các lực tác dụng lên hệ gồm lực đứng 80N và lực ngang 200 N tác dụng tại E. Biết rằng các trục x, y trong mặt phẳng ngang còn trục z thẳng đứng, với ba véc tơ đơn vị tương ứng là $\{i, j, k\}$. Bỏ qua trọng lượng các vật. a) Vẽ đồ thị ứng lực của thanh CD khi tọa độ z_D thay đổi từ 65 đến 100 mm, trong khi các tọa độ x_D và y_D không thay đổi. Các điểm C và E không thay đổi. b) Dưa ra giá trị của ứng lực thanh CD, các phản lực liên kết tại A và B khi: $z_D = 65$ và $z_D = 100$ mm;

Bài 3. (12 điểm)

Cơ cấu chuyển động trong mặt phẳng đứng Oxy như hình vẽ. Tay quay OA quay đều quanh trục ngang O với vận tốc góc $\omega = 3 \text{ rad/s}$, $\varphi = \omega t$. Cho biết các kích thước $OA = r = 0.10$, $AB = L_1 = 0.30$, $BC = BE = L_2 = 0.40$, $dx = 0.15$, $dy = 0.50$ m. Hãy đưa ra các kết quả sau:

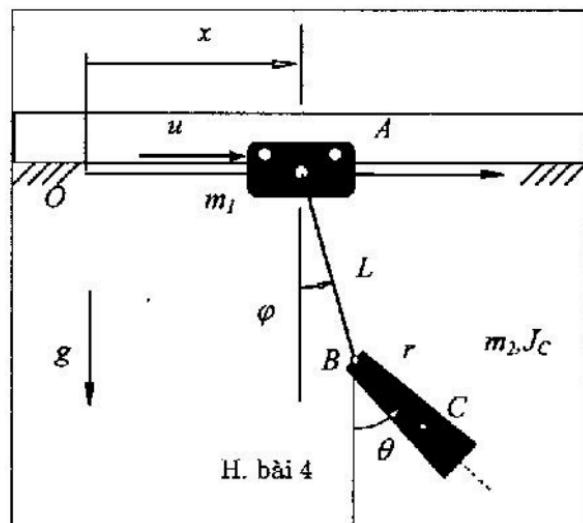
- 1) Trị số của góc θ và tọa độ x_E khi: $\varphi = 0$, $\varphi = \pi/2$, $\varphi = \pi$, và $\varphi = 3\pi/2$.
- 2) Đồ thị trong khoảng thời gian $t \in [0, 4\pi/\omega]$ s của:
 - a) góc $\theta(t)$ và vận tốc góc của thanh BC (cùng trên một đồ thị),
 - b) di chuyển $x_E(t)$ và vận tốc của con trượt E (cùng trên một đồ thị).
- 3) Quỹ đạo trung điểm M của AB trong mặt phẳng Oxy.



Bài 4. (12 điểm). Xét mô hình cầu trục như trên hình vẽ: Xe gondola có khối lượng m_1 chuyển động trên dầm ngang. Tài trọng được coi là vật rắn

có khối lượng m_1 , khối tâm C, $BC = r$, mô men quán tính đối với khối tâm là J_C . Dây treo khối lượng không đáng kể, chiều dài L , luôn căng và không giãn. Chọn các tọa độ suy rộng cho hệ là x, φ, θ . Hệ chuyển động trong mặt phẳng đứng. Biết rằng biểu thức động năng của hệ được viết dạng: $T = \frac{1}{2} \left(m_{11}\dot{x}^2 + m_{22}\dot{\varphi}^2 + m_{33}\dot{\theta}^2 + 2m_{12}\dot{x}\dot{\varphi} + 2m_{13}\dot{x}\dot{\theta} + 2m_{23}\dot{\varphi}\dot{\theta} \right)$

- 1) Hãy viết ra biểu thức chữ các số hạng: $m_{11}, m_{22}, m_{33}, m_{12}, m_{13}, m_{23}$.
- 2) Đưa ra các giá trị của x, φ, θ tại thời điểm $t = 1$ s.
- 3) Đồ thị các đại lượng $x(t), \varphi(t)$ theo biến thời gian, $t = [0, t_f]$, trên cùng một đồ thị.
- 4) Quỹ đạo chuyển động của khối tâm C của tải trọng.



Thực hiện câu 2), 3) và 4) với các số liệu sau:

$$m_1 = 1.0 \text{ kg}; \quad m_2 = 3 \text{ kg}; \quad r = 0.5 \text{ m};$$

$$J_c = 0.2 \text{ kgm}^2; \quad g = 9.81 \text{ m/s}^2; \quad L = 1 \text{ m};$$

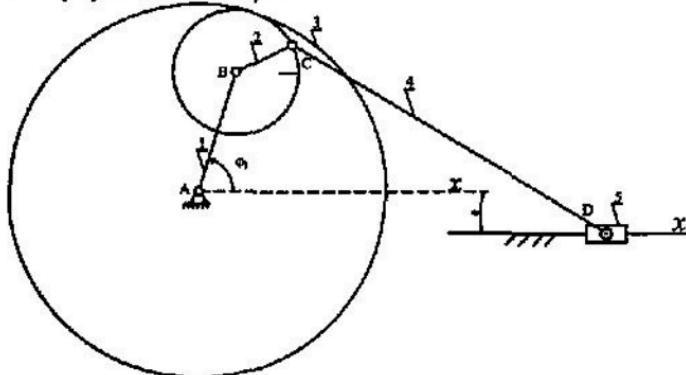
$$u = -30(x - 2) - 40\dot{x}; \quad t_f = 10 \text{ s},$$

với các điều kiện đầu:

$$x(0) = 0; \dot{x}(0) = 0; \varphi(0) = 0; \dot{\varphi}(0) = 0; \theta(0) = 0; \dot{\theta}(0) = 0;$$

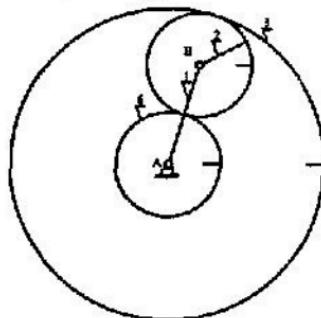
8.2. Ứng dụng tin học trong Nguyên lý máy

Cho cơ cấu thanh - bánh răng phẳng như hình 1. Bánh răng 2 (tâm B , bán kính r) ăn khớp trong với bánh răng 3 (tâm A , bán kính $3r$) và cùng với cần 1 (AB) tạo thành hệ bánh răng vi sai. Thanh truyền 4 (có độ dài $CD = 8r$) được nối với bánh răng 2 nhờ khớp quay C và với con trượt 5 nhờ khớp quay D . Vị trí C trên bánh răng 2 là khi $\varphi_1 = 90^\circ$ thì $\varphi_2 = 90^\circ$ và C nằm về phía bên phải điểm B . Con trượt 5 nối với giá Dx ($// Ax$) bởi khớp trượt D với độ lệch tâm $e = 2/3r$.



Hình 1

- Với $\omega_1 = \text{const}$, $r = 3\text{cm}$ và bánh răng 3 cố định. Hãy:
 - Xây dựng lược đồ động và mô phỏng 2D chuyển động của cơ cấu đã cho;
 - Vẽ quỹ đạo của điểm C ;
 - Xác định hành trình của con trượt 5 và các vị trí biên tương ứng của cơ cấu;
 - Vẽ họa đồ vận tốc, gia tốc của con trượt 5;
- Tren cơ sở hệ bánh răng vi sai (1, 2, 3) lắp thêm 1 bánh răng trung tâm 6 như hình 2.
 - Phối hợp các vận tốc góc ω_3 và ω_6 của các bánh răng 3 và 6 sao cho:
 - Bánh răng vệ tinh 2 tịnh tiến tròn;
 - Bánh răng vệ tinh 2 quay quanh trục cố định qua A ;
 - Cần 1 quay cùng chiều bánh răng 6;
 - Cần 1 quay ngược chiều bánh răng 6;
 - Mô phỏng 2D chuyển động của cơ cấu thanh - bánh răng, ứng với 4 ví dụ tùy chọn tương ứng với 4 trường hợp trên;
 - Đề xuất phương án cấu tạo thực, khả thi cho cơ cấu hình 1 và mô phỏng 3D chuyển động của cơ cấu tương ứng.

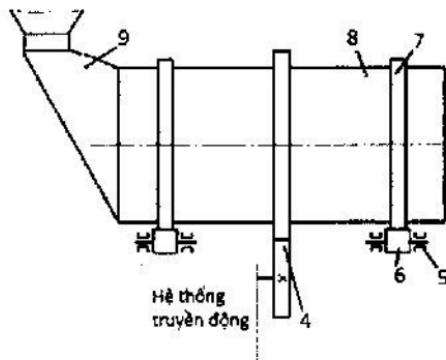


Hình 2

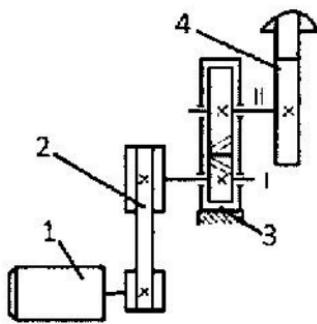
8.3. Ứng dụng tin học trong Chi tiết máy

Thiết kế hệ thống truyền động máy sấy thùng quay cà phê theo mẻ, 2500kg/mẻ

Lưu ý: Toàn bộ kết quả yêu cầu để bài phải đưa vào file thuyết minh.



Hình 1



Hình 2

Bộ phận công tác – thùng sấy: 5- 4 cặp ống trượt; 6- 4 con lăn; 7- Vành lăn trên thùng quay (2 vành lăn); 8- Thùng quay; 9- Nạp liệu.

Công suất cần thiết trên thùng quay $P = 5,5 \text{ kW}$, số vòng quay của thùng quay $n = 12,5 \text{ vg/ph}$.

Thời gian làm việc cho đến khi hỏng: $L_h = 12000 \text{ giờ}$.

Tải trọng không đổi.

Phần 1 (7đ5) Lựa chọn các phương án hợp lý (ít nhất 3 phương án) cho hệ thống truyền động cho hình 1 (ngoại trừ phương án như hình 2):

a) Vẽ sơ đồ và giải thích,

b) Chọn động cơ và phân bố số truyền cho mỗi sơ đồ (lập bảng).

Cho biết loại động cơ điện được sử dụng: tốc độ đồng bộ $n_{sb} = 1000 \text{ vg/ph}$ hoặc 1500 vg/ph .

Phần 2 (20đ) Phân tích toán chi tiết máy

Cho trước hệ thống truyền động theo phương án như hình 2 gồm: 1- Động cơ điện; 2- Bộ truyền đai thang; 3- Hộp giảm tốc bánh răng trụ nghiêng 1 cấp; 4 - Bộ truyền bánh răng đế hở.

Yêu cầu thiết kế đảm bảo hệ thống truyền động không được chạm vào thùng quay.

Số liệu cho trước:

- Tốc độ (số vòng quay) động bộ động cơ $n_{cb} = 1000$ v/g/ph
- Tỉ số truyền cặp bánh răng trụ nghiêng trong hộp giảm tốc $u_{br1} = 4$.
- Tỉ số truyền cặp bánh răng trụ thẳng để hở $u_{br2} = 8$; Đường kính thùng quay $D = 900\text{mm}$, đường kính vòng chia bánh răng lắp trên thùng quay $d_4 = 1200\text{ mm}$.
- Hiệu suất: bộ truyền đai thang $\eta_d = 0,96$; bánh răng trụ nghiêng và thẳng $\eta_{br1} = \eta_{br2} = 0,98$; 1 cặp ổ lăn $\eta_{oi} = 0,99$.

2.1 Chọn số vòng quay và công suất động cơ, tỉ số truyền và lập bảng các thông số kỹ thuật.

2.2 Thiết kế bộ truyền đai thang

Chọn trước: đường kính bánh đai dẫn $d_1 = 140\text{mm}$.

Yêu cầu bằng Autodesk Inventor: Chọn đai theo tiêu chuẩn DIN 2215, đai loại B, nhập các thông số d_1, d_2, L . Xác định số dây đai z và các thông số bộ truyền: vận tốc, lực căng đai ban đầu, lực vòng có ích, lực căng trên nhánh đai dẫn và bị dẫn, lực tác dụng lên trực, góc ôm đai, chiều rộng bánh đai, khoảng cách trực.... Mô hình 3D bộ truyền đai.

Lập bảng kết quả tính toán.

Lưu ý: Chọn các hệ số $P_{RB} = 2.5\text{ kW}$, $k_1 = 1.2$.

2.3 Thiết kế các bộ truyền bánh răng trụ nghiêng trong hộp giảm tốc

Yêu cầu: Tính trên phần mềm Autodesk Inventor theo tiêu chuẩn ISO, chọn vật liệu (theo tiêu chuẩn ISO: thép 37Cr4 nhiệt luyện (Heat Treated) với giới hạn mỏi tiếp xúc $s_{Hlim} \approx 690\text{MPa}$, giới hạn mỏi uốn $s_{Flim} \approx 512\text{MPa}$, hệ số an toàn $S_H = 1,2$, $S_F = 1,3$), góc nghiêng răng β , khoảng cách trực, mõm đùn răng, số răng, đường kính vòng chia, chiều rộng vành răng, dịch chỉnh răng, vận tốc vòng của bánh răng, lực hướng tâm, lực vòng, lực dọc trực... Mô hình 3D các cặp bánh răng.

Lập bảng kết quả tính toán.

Lưu ý: Các hệ số $K_A = 1,2$; $K_{Hv} = 1$; $K_{H\beta} = 1,92$; $K_{Ho} = 1$ khi nhập trong Autodesk Inventor.

2.4 Chọn các thông số bộ truyền bánh trụ răng thẳng để hở và tính toán kiểm nghiệm

Tính bằng Autodesk Inventor. Đường kính vòng chia bánh răng lắp trên thùng quay $d_4 = 1200\text{ mm}$. Tỉ số truyền cặp bánh răng để hở $u_{br2} = 8$. Vật liệu theo tiêu chuẩn ISO: thép EN C45 nhiệt luyện (giới hạn mỏi tiếp xúc $s_{Hlim} \approx 520\text{MPa}$, uốn $s_{Flim} \approx 410\text{MPa}$), hệ số $K_A = 1$. Chọn chỉ tiêu tính và xác định mõm đùn m, z_1, z_2 theo ISO với hệ số an toàn theo độ bền uốn $S_F \geq 2,0$. Xác định các thông số hình học, lực hướng tâm, lực tiếp tuyến. Mô

hình 3D cặp bánh răng trụ răng thẳng dễ hở.

2.5 Thiết kế các trục I, II của hộp giảm tốc và chọn then

a) Phân tích lực tác dụng lên trục từ các chi tiết quay.

b) Tính trục I và II, mỗi trục theo nội dung:

+ Tính bằng tay: Xác định đường kính sơ bộ, phác thảo sơ bộ kết cấu trục bằng phần mềm với $[t] = 30 \text{ MPa}$.

+ Tính bằng Autodesk Inventor: Vẽ sơ đồ phân tích lực tác dụng lên các bánh răng, bánh đai. Định kích thước các đoạn trục, chọn vật liệu thép (Steel) với $S_y = 300 \text{ MPa}$, hệ số Poisson $\mu = 0,3$. Nhập giá trị các lực tác dụng lên trục, các biểu đồ momen uốn, ứng suất.... Mô hình 3D các trục.

+ Chọn then theo phần mềm.

Đưa các kết quả vào thuyết minh.

2.6 Chọn ốc lăn cho 2 trục I và II

+ Chọn ốc lăn cho các trục hộp giảm tốc trong Autodesk Inventor theo tiêu chuẩn.

Đưa các kết quả vào thuyết minh.

Phần 3 Phân mô hình hoá chi tiết máy và cụm chi tiết máy

3.1 Thể hiện bản vẽ 2D hình chiểu đứng của hộp giảm tốc với bánh đai bị dán lắp trên trục I, bánh răng dễ hở lắp trên trục 2, trích thùng quay và bánh răng lắp trên thùng quay. Kiểm tra điều kiện các chi tiết không chạm thùng quay. Ghi đầy đủ kích thước lắp, kích thước bao, dung sai.

3.2 Hoàn thiện mô hình 3D các chi tiết: các bánh răng trụ nghiêng, bánh răng dán trụ thẳng, bánh đai bị dán, 2 trục...

3.3 Mô hình lắp 3D các cụm hệ thống truyền động, bao gồm:

- Mô hình lắp trục I với bánh đai bị dán, bánh răng nghiêng dán, ốc lăn...
- Mô hình lắp trục II và các bánh răng nghiêng bị dán, bánh răng dán trụ thẳng, ốc lăn...
- Mô hình lắp toàn cụm bao gồm 2 trục I, II và các chi tiết liên quan...

Lưu ý:

1. Đưa tất cả kết quả tính toán và thiết kế theo yêu cầu đề bài vào file thuyết minh
2. Lưu các file tính toán theo hướng dẫn trong phòng thi

OLYMPIC CƠ HỌC TOÀN QUỐC -2016

ĐÁP ÁN VÀ THANG ĐIỂM

1. CƠ HỌC KỸ THUẬT

Bài 1.(15 điểm)

Câu 1.(7 điểm)

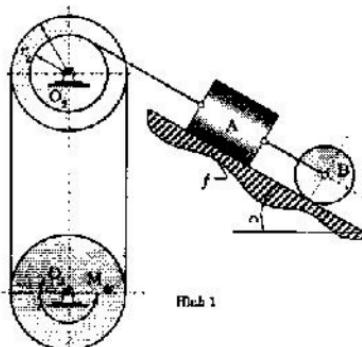
a) Biểu thức động năng: (4 điểm)

Viết các biểu thức động học:

$$v_A = v_B = v = \omega r_2; \omega_1 = \omega_2 = \omega;$$

$$v_d = \omega r_1 = \frac{v}{r_2} r_1; \omega_B = v/r$$

Mômen quán tính khối của các trục quay và của đĩa lăn:



Hình 1

$$J_1 = \frac{1}{2}m_1r_1^2; J_2 = \frac{1}{2}(m_1r_1^2 + m_2r_2^2); J_B = \frac{1}{2}mr^2$$

Biểu thức động năng của hệ

$$\begin{aligned} T &= \frac{1}{2}J_1\omega_1^2 + \frac{1}{2}J_2\omega_2^2 + \frac{1}{2}m_3v_A^2 + \frac{1}{2}m_2v_B^2 + \frac{1}{2}J_B\omega_B^2 + \frac{1}{2}\gamma l(\frac{r_1}{r_2})^2 v_A^2 \\ &= \frac{1}{2} \left[m_1 \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^2 + 0.5m_2 + m_3 + 1.5m + \gamma l \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^2 \right] v^2 \end{aligned}$$

$$T = \frac{1}{2}m_{tg}v^2; \quad (1)$$

$$m_{tg} = m_1 \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^2 + 0.5m_2 + m_3 + 1.5m + \gamma l \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^2.$$

b) Biểu thức công suất các lực: (4 điểm)

- Lực ma sát: $F_{ms} = fN = fm_3g \cos \alpha$;

- Tính công suất các lực:

$$W = W_{dc} + W_{F_{ms}} + W_{P_s} + W_p = M_{dc}\omega - F_{ms}v - (m_3 + m)gv$$

$$W = W_{dc} - [(m_3 + m)\sin \alpha + fm_3 \cos \alpha]gv \quad (2)$$

Áp dụng định lý động năng dạng đạo hàm:

$$m_3va = W_{dc} - [(m_3 + m)\sin \alpha + fm_3 \cos \alpha]gv; \quad (3)$$

c) Công suất động cơ: (1 điểm)

Từ đây tính được công suất cần thiết để vật A chuyển động với vận tốc v và gia tốc a

$$W_{dc} = m_3va + [(m_3 + m)\sin \alpha + fm_3 \cos \alpha]gv \quad (4)$$

Câu 2 (6 điểm)

a) Biểu thức vận tốc hàm của t: (4 điểm)

Biểu thức (3) có thể viết trong dạng

$$M_{de} \frac{v}{r_2} = m_{de} v \frac{dv}{dt} + [(m_s + m)\sin \alpha + fm_s \cos \alpha]gv. \quad (5)$$

Thay biểu thức mô men M_{de} vào (5) ta nhận được:

$$m_{de} \frac{dv}{dt} = \frac{a_0}{r_2} - [(m_s + m)\sin \alpha + fm_s \cos \alpha]g - \frac{b_0}{r_2^2}v; \quad (6)$$

Phân ly biến ta có:

$$\frac{d(A - Bv)}{(A - Bv)} = -Bdt; \quad (7)$$

$$\text{Trong đó: } A = \frac{a_0}{r_2} - (m_s + m)g \sin \alpha - fm_s g \cos \alpha; B = \frac{b_0}{r_2^2 m_{de}}$$

Với điều kiện đầu $v(0) = 0$ ta tính được:

$$v = \frac{A}{B}(1 - e^{-Bt})$$

b) Vận tốc của chế độ bình ổn và thời gian T^0 : (2 điểm)

$$v_{so} = \frac{A}{B} \quad (8)$$

Vận tốc góc của động cơ:

$$\omega_{de} = \frac{v}{r_1} = \frac{v_{so}}{r_1} (1 - e^{-Bt})$$

Thời gian T^0 để vật A đạt được 95% v_{so} là nghiệm của phương trình sau: $BT^0 = -\ln 0.05$

$$\text{Từ đó: } T^0 = \frac{1}{B} \ln 20$$

Câu 3: Tính lực căng (2 điểm)

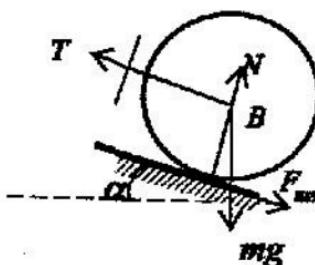
Lực căng trong nhánh dây giữa vật A và đĩa lăn B:

Viết PTVP của đĩa đối với tâm vận tốc của đĩa. Ta nhận được:

$$T_d = \frac{1}{r} (J\ddot{\epsilon} + mgr \sin \alpha);$$

$$J = (J_c + mr^2) = (0.5mr^2 + mr^2) = 1.5mr^2;$$

$$\ddot{\epsilon} = \frac{a}{r} = \frac{1}{r} \frac{dv}{dt} = \frac{A}{r} e^{-Bt};$$



Bài 2 (14 điểm)

Câu 1. Thành lập phương trình vi phân chuyển động (7 điểm)

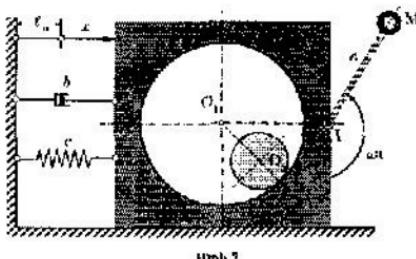
a) Biểu thức động năng: (4 điểm)

$$T = \frac{1}{2}(m_1 v_1^2 + m_2 v_2^2 + J_2 \omega_2^2 + mv_M^2);$$

$$v_1^2 = \dot{x}^2 + (R-r)^2\dot{\theta}^2 + 2(R-r)\cos\theta\dot{x}\dot{\theta};$$

$$v_M^2 = \dot{x}^2 + \epsilon\omega^2 + 2\epsilon\omega\cos\omega t\dot{x};$$

$$\bar{\omega}_2 = -\frac{(R-r)\dot{\theta}}{r}; \quad (1)$$



Hình 2

$$T = \frac{1}{2}(m_1 + m_2 + m)\dot{x}^2 + \frac{1}{2}[1.5m_2(R-r)^2]\dot{\theta}^2 + m_2(R-r)\cos\theta\dot{x}\dot{\theta} + \frac{1}{2}m(\epsilon^2\omega^2 + 2\epsilon\omega\cos\omega t\dot{x}); \quad (2)$$

b) Biểu thức lực suy rộng (2 điểm)

$$Q_x = -cx - b\dot{x}; \quad Q_\theta = -m_2g(R-r)\sin\theta \quad (3)$$

c) Phương trình vi phân chuyển động: (1 điểm)

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{x}} - \frac{\partial T}{\partial x} = Q_x; \quad \frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{\theta}} - \frac{\partial T}{\partial \theta} = Q_\theta \rightarrow$$

$$(m_1 + m_2 + m)\ddot{x} + m_2(R-r)\cos\theta\ddot{\theta} - m_2(R-r)\sin\theta\dot{\theta}^2 + cx + b\dot{x} = m\epsilon\omega^2 \sin\omega t \cos\theta\ddot{x} + 1.5(R-r)\ddot{\theta} + g\sin\theta = 0; \quad (4)$$

Chú thích:

Nhận xét: Bàn nghiên có chuyển động tịnh tiến. Chuyển động quả văng đổi với bàn nghiên là chuyển động quay đều đã cho (chuyển động tương đối đã cho). Đặt lực quán tính tương đối của chất diêm văng M:

$$\vec{F}_M^\text{ff} = m\omega^2 e\vec{p};$$

Trong đó: \vec{p} - vectơ đơn vị dọc IM (từ I hướng đến M)

Biểu thức động năng toàn hệ sẽ là:

$$T = \frac{1}{2}[(m_1 + m)v_1^2 + m_2v_2^2 + J_2\omega_2^2]$$

$$T = \frac{1}{2}(m_1 + m_2 + m)\dot{x}^2 + \frac{1}{2}[1.5m_2(R-r)^2]\dot{\theta}^2 + m_2(R-r)\cos\theta\dot{x}\dot{\theta};$$

Biểu thức các lực suy rộng:

$$Q_x = -cx - b\dot{x} + m\epsilon\omega^2 \sin\omega t; \quad Q_\theta = -mg(R-r)\sin\theta$$

Phương trình vi phân chuyển động được viết như sau:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}} \right) - \frac{\partial T}{\partial x} = Q_x; \quad \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{\theta}} \right) - \frac{\partial T}{\partial \theta} = Q_\theta$$

Để nhận được PTVP chuyển động có thể thực hiện các phép tính trực tiếp hoặc sử dụng phương trình dạng ma trận.

Thiết lập các ma trận sau:

$$A = \begin{bmatrix} m_1 + m_2 + m & -m_2(R-r)\cos\theta \\ m_2(R-r)\cos\theta & 1.5m_2(R-r)^2 \end{bmatrix}; \partial_x A = 0; \partial_\theta A = \begin{bmatrix} 0 & -m_2(R-r)\sin\theta \\ -m_2(R-r)\sin\theta & 0 \end{bmatrix}$$

Phương trình chuyển động được viết như sau:

$$A = \begin{bmatrix} \ddot{x} \\ \ddot{\theta} \end{bmatrix} = Q + Q_0 - Q^*; \quad (5)$$

Trong đó:

$$Q = \begin{bmatrix} -cx - bx + me\omega^2 \sin\omega t \\ -mg(R-r)\sin\omega t \end{bmatrix}; Q_x^0 = \begin{bmatrix} Q_x^0 \\ Q_\theta^0 \end{bmatrix}; Q^* = \partial_x A \begin{bmatrix} \dot{x}^2 \\ \dot{x}\dot{\theta} \end{bmatrix} + \partial_\theta A \begin{bmatrix} \dot{x}\dot{\theta} \\ \dot{\theta}^2 \end{bmatrix};$$

$$Q_x^0 = 0.5 \begin{bmatrix} \dot{x} & \dot{\theta} \end{bmatrix} \partial_x A \begin{bmatrix} \dot{x} \\ \dot{\theta} \end{bmatrix} = 0; Q_\theta^0 = 0.5 \begin{bmatrix} \dot{x} & \dot{\theta} \end{bmatrix} \partial_\theta A \begin{bmatrix} \dot{x} \\ \dot{\theta} \end{bmatrix};$$

$$Q_x^* = \partial_x A \begin{bmatrix} \dot{x}^2 \\ \dot{x}\dot{\theta} \end{bmatrix}; Q_\theta^* = \partial_\theta A \begin{bmatrix} \dot{x}\dot{\theta} \\ \dot{\theta}^2 \end{bmatrix}$$

$$Q_x^0 = 0; Q_\theta^0 = -m(R-r)\sin\theta\dot{x}\dot{\theta}; Q_x^* = -m_2(R-r)\sin\theta\dot{\theta}^2; Q_\theta^* = -m_1(R-r)\sin\theta\dot{x}\dot{\theta}$$

Thay các kết quả tính được vào (5) ta nhận lại được kết quả (4)

Câu 2 (5 điểm)

a) Chuyển động bình ổn của bàn nghiên (2 điểm):

(điều kiện $m_2 \ll m_1, \theta \approx 0$, $\rightarrow m_2 \sin\theta = 0$; $\cos\theta = 1$, $m_2 \sin\theta = 0$);

Phương trình chuyển động trong trường hợp này sẽ có dạng:

$$(m_1 + m_2 + m)\ddot{x} + m_2(R-r)\ddot{\theta} + cx + bx = me\omega^2 \sin\omega t \quad (6)$$

$$m_2\ddot{x} + 1.5m_2(R-r)\ddot{\theta} = 0;$$

Từ đây ta có:

$$[1.5(m_1 + m) + 0.5m_2]\ddot{x} + 1.5cx + 1.5bx = 1.5me\omega^2 \sin\omega t; \quad (7)$$

$$m_2\ddot{x} + 1.5m_2(R-r)\ddot{\theta} = 0;$$

Phương trình (7)₁ có thể đưa về dạng:

$$\ddot{x} + 2n\dot{x} + k^2x = H \sin\omega t \quad (8)$$

Trong đó:

$$2n = \frac{b}{1.5(m_1 + m) + 0.5m_2}; k = \frac{c}{1.5(m_1 + m) + 0.5m_2}; H = \frac{1.5me\omega^2}{1.5(m_1 + m) + 0.5m_2}$$

b) Biểu thức nghiệm (3 điểm)

Giả thiết sức cản bé bỏ qua dao động tự do tắt dần, nghiệm bình ổn của phương trình (8) sẽ có dạng:

$$x(t) = \frac{H}{k^2} \frac{1}{\sqrt{(1 - \frac{\omega^2}{k^2})^2 + 4 \frac{n^2}{k^2} \frac{\omega^2}{k^2}}} \sin(\omega t - \varepsilon); \quad \varepsilon = \arctan \frac{2n\omega}{k^2 - \omega^2} \quad (9)$$

Từ phương trình (7)₂ tìm được:

$$\begin{aligned} \ddot{\theta}(t) &= -\frac{1}{1.5(R-r)} \ddot{x}(t) \rightarrow \dot{\theta} = -\frac{1}{1.5(R-r)} \dot{x}(t) + C_1; \\ \theta(t) &= -\frac{1}{1.5(R-r)} x(t) + C_1 t + C_2 \end{aligned} \quad (10)$$

Trong đó C_1, C_2 được xác định từ điều kiện đầu:

$$C_1 = \dot{\theta}_0 + \frac{1}{1.5(R-r)} \dot{x}_0; \quad C_2 = \theta_0 + \frac{1}{1.5(R-r)} x_0$$

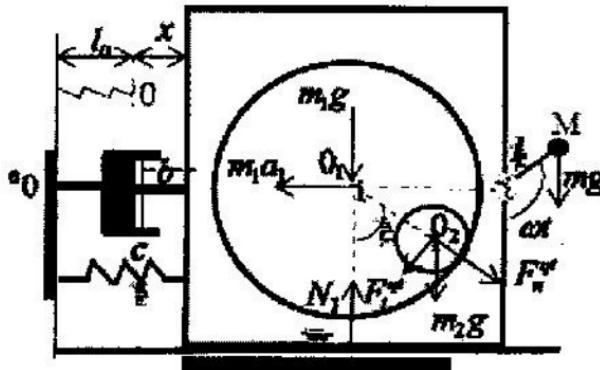
$$\theta(t) = -\frac{1}{1.5(R-r)} x(t) + (\dot{\theta}_0 + \frac{1}{1.5(R-r)} \dot{x}_0)t + \theta_0 + \frac{1}{1.5(R-r)} x_0$$

Câu 3: (2 điểm)

a) Tính phản lực giữa bàn nghiên và nền ngang (1 điểm)

Sử dụng phương pháp Tính hình học -Động lực

a) Phương án “hóa rắn-tách vật”



Bước 1: Hóa rắn: Xét toàn bộ hệ. Đặt các lực quán tính

-Đặt lực quán tính của bàn nghiên: lực theo phương ngang hướng sang phải: $\vec{F}_1^* = -m_1 \vec{a}_1$, trong đó \vec{a}_1 _gia tốc của tâm O_1 , lực quán tính của

con lăn: $\vec{F}_2^* = -m_2(R-r)\dot{\theta}\vec{n}; F_r^* = -m_2(R-r)\ddot{\theta}\vec{r}; F_t^* = -m_2\ddot{x}\vec{i}$;

Trong đó \vec{n} vec tơ đơn vị hướng từ $O_2 \rightarrow O_1$; \vec{r} _ vec tơ đơn vị theo phương tiếp \perp với O_1O_2 , theo chiều tăng góc θ , \vec{i} -vec tơ đơn vị theo phương ngang

-Viết phương trình "cân bằng" theo phương đứng:

$$\sum F_r = N_1 - (m + m_2)g - m_2(R - r)\cos\theta\dot{\theta}^2 - m_2(R - r)\sin\theta\ddot{\theta} - m\omega^2\cos\omega t = 0$$

Từ đây tính được phản lực nền lên bàn nghiên theo phương đứng

$$N_1 = (m + m_2)g + m_2(R - r)\cos\theta\dot{\theta}^2 + m_2(R - r)\sin\theta\ddot{\theta} + m\omega^2\cos\omega t; \quad (a)$$

b) Bước 2: Tính phản lực tại điểm tiếp xúc giữa đĩa và bàn nghiên

Tách con lăn: Tính phản lực giữa vành và bàn nghiên: đặt lực quán tính của đĩa thu gọn về tâm O_2 . Sử dụng phương trình tổng hình chiếu các lực quán tính và các lực đặt vào theo phương \vec{n} và phương \vec{r} , ta tính

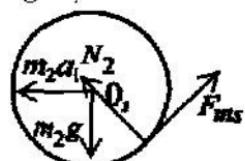
$$\sum F_r = N_2 + m_2a_1\sin\theta - m_2(R - r)\dot{\theta}^2 - m_2g\cos\theta = 0;$$

$$\sum F_r = F_{ms} - m_2a_1\cos\theta - m_2(R - r)\ddot{\theta} - m_2g\sin\theta = 0;$$

Từ đây tính được:

$$N_2 = m_2\ddot{x}(t)\sin\theta(t) + m_2(R - r)\dot{\theta}(t)^2 + m_2g\cos\theta(t); \quad (b)$$

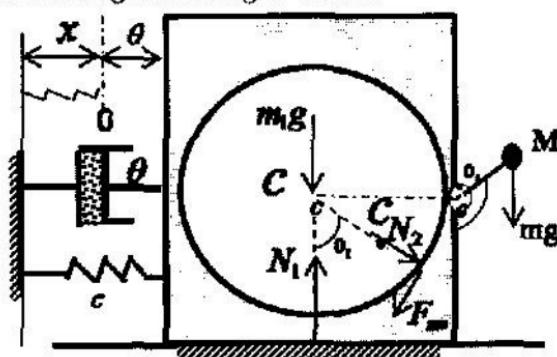
$$F_{ms} = m_2\ddot{x}\cos\theta(t) + m_2(R - r)\ddot{\theta}(t) + m_2g\sin\theta(t); \quad (c)$$



Trong đó: $\ddot{x}, \theta(t), \dot{\theta}(t), \ddot{\theta}(t)$ được tìm từ hệ phương trình (8),(9)

Chú ý: Có thể sử dụng phương pháp tách vật:

-Xét hệ lực quán tính và các lực đặt vào con lăn B và hệ lực quán tính và các lực đặt vào bàn nghiên không có con lăn



Viết phương trình cân bằng theo phương đứng các lực tác dụng lên bàn nghiên rung (lực đặt vào + lực liên kết) khi không có con lăn:

$$\sum F_r = N_1 - m_1g - N_2\cos\theta - F_{ms}\sin\theta - m\omega^2\cos\omega t = 0$$

Từ đây tính được: $N_1 = m_1g + N_2\cos\theta + F_{ms}\sin\theta + m\omega^2\cos\omega t$

Thay N_2, F_{ms} từ (b),(c) ta nhận được kết quả (a)

Bài 3 (11 điểm)

Câu 1.(6 điểm)

a) Viết phương trình vi phân chuyển động (6 điểm)

-Tính biểu thức động năng:(3 điểm)

$$\begin{aligned} T &= T_e + T_a = \frac{1}{2} J_e \omega_e^2 + \frac{1}{2} \sum m_k v_k^2 \\ &= \frac{1}{2} \frac{m_1 R^2}{2} \dot{\varphi}^2 + \frac{1}{2} \sum m_k [(v_e^e)^2 + (v_k^r)^2] \\ &= \frac{1}{2} [\frac{m_1 R^2}{2} + \frac{mr^2}{2} + m(R-r)^2 \sin^2 \theta] \dot{\varphi}^2 + m(R-r)^2 \dot{\theta}^2 \end{aligned} \quad (1)$$

-Lực suy rộng: (2 điểm)

Biểu thức thế năng và lực suy rộng:

$$\pi = -m_2 g(R-r) \cos \theta; \quad (2)$$

$$Q_\varphi = M; Q_\theta = -m_2 g(R-r) \sin \theta$$

-Phương trình chuyển động: (1 điểm)

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}} - \frac{\partial T}{\partial \varphi} = Q_\varphi; \quad \frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{\theta}} - \frac{\partial T}{\partial \theta} = Q_\theta$$

Phương trình vi phân chuyển động sẽ là:

$$\begin{aligned} 2m(R-r)\ddot{\theta} - 0.5m(R-r) \sin 2\theta \dot{\varphi}^2 \\ = -mg \sin \theta; \quad (3) \end{aligned}$$

$$0.5(m_1 R^2 + mr^2) + m(R-r)^2 \sin^2 \theta \dot{\varphi}^2$$

$$+m(R-r)^2 \sin 2\theta \dot{\varphi} \dot{\theta} = M$$

Chú ý:

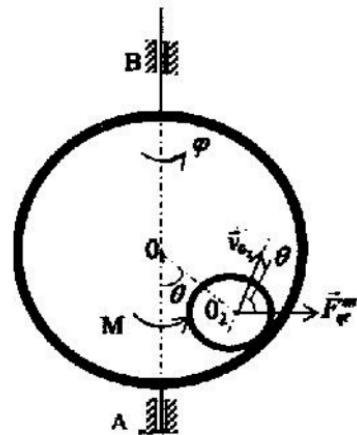
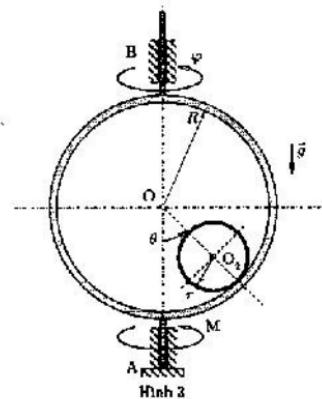
1) Có thể sử dụng các phương pháp để viết phương trình vi phân chuyển động của hệ:

Phương pháp Đalămbé:

Đặt lực quán tính tương đối (của vòng lăn tâm O_2). Khi đó xem hệ là một vật rắn quay quanh trục đứng:

$$J_e \ddot{\varphi} = M + \sum m_i (\tilde{F}_k^{qc}) \quad (a)$$

Hệ lực quán tính Coriolis tỷ lệ với khối lượng các phần tử khối lượng và giá tốc tương đối, có hợp lực đặt tại khối tâm O_2 , có phương vuông góc với mặt phẳng các vành, có giá trị: $R_q^e = 2m(R-r) \cos \theta \dot{\theta}$



Chú ý: Chỉ có mô men của M và lực quán tính Coriolis đối với trục quay, trong đó:

$$\bar{m}_z(\bar{R}_{\varphi}^c) = R_{\varphi}^c(R-r)\sin\theta = -2m_2(R-r)^2\sin\theta\cos\theta\dot{\varphi}$$

Phương trình (a) cho $[0.5(m_1R^2 + mr^2) + m(R-r)^2\sin^2\theta]\ddot{\varphi}$
 $= M - 2m(R-r)^2\sin\theta\cos\theta\dot{\varphi}$

Đặt lực quán tính theo và lực quán tính Coriolis và viết phương trình chuyển động cho vành O_2 lẫn không trượt đối với vành O_1 (sử dụng định lý động năng dạng đạo hàm).

Nhận xét: Chỉ có công suất của trọng lực và còn các lực quán tính pháp \bar{F}_{φ}^{cn} , có hợp lực đặt tại O_2 , được ký hiệu \bar{R}_{φ}^{cn} vuông góc với phương đứng, hướng tâm và có giá trị $m(R-r)\sin\theta\dot{\varphi}^2$.

Tổng công suất của chúng sẽ bằng

$$\sum W(F_{\varphi}^{cn}) = m(R-r)\sin\theta\dot{\varphi}^2v_{02}\cos\theta = m(R-r)^2\sin\theta\cos\theta\dot{\varphi}^2\dot{\theta}$$

Viết phương trình tổng công suất của lực quán tính tương đối (chỉ còn thành phần tiếp), lực quán tính theo, trọng lực;

$$W = -m(R-r)^2\ddot{\theta}\dot{\theta} - mg(R-r)\sin\theta\dot{\theta} + m(R-r)^2\sin\theta\cos\theta\dot{\varphi}^2\dot{\theta} = 0; \quad (b)$$

Phương trình (b) cho :

$$m(R-r)^2\ddot{\theta} = -mg(R-r)\sin\theta + m(R-r)^2\sin\theta\cos\theta\dot{\varphi}^2$$

2) Cũng có thể sử dụng PTVPCĐ dạng ma trận

Câu 2. Xác định vị trí cân bằng tương đối (3 điểm)

Điều kiện: $\dot{\varphi} = 0; \dot{\varphi} = const = \omega_0; \dot{\theta} = 0; \ddot{\theta} = 0$.

Từ phương trình (3)₁, ta có:

$$0.5(R-r)\sin 2\theta^*\omega_0^2 = g\sin\theta^* \rightarrow \begin{cases} \sin\theta^* = 0 \\ \cos\theta^* = \frac{g}{(R-r)\omega_0^2} \end{cases} \quad (4)$$

Từ phương trình thứ 2 của (3) tính được momen M_0 cần thiết cho các chế độ này:

$$M_0 = 0 \quad (5)$$

Câu 3. Tìm qui luật dao động bé (2 điểm)

Xét trường hợp dao động bé quanh vị trí cân bằng tương đối θ^* khi có kích động đầu từ vị trí cân bằng bé: $\theta(t_0) = 0; \dot{\theta}(t_0) = \dot{\theta}_0 > 0$:

Từ giả thiết dao động bé ta có: $\sin\theta = \theta; \cos\theta = 1$. Phương trình thứ nhất của (3) có dạng:

$$\ddot{\theta} + k^2\theta = 0 \quad ; \quad k^2 = \frac{g}{2(R-r)} - 0.5\omega_0^2 \quad (6)$$

Điều kiện để có dao động bé $k^2 > 0$:

$$\omega^2 < \frac{g}{(R-r)} \quad (7)$$

Dao động bé có dạng:

$$\theta = A \sin(kt + \alpha)$$

Để xác định các hằng số A và α sử dụng điều kiện đầu:
 $\theta_0 = A \sin \alpha$; $\dot{\theta}_0 = Ak \cos \alpha$

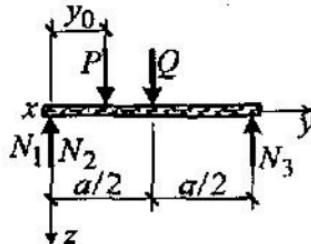
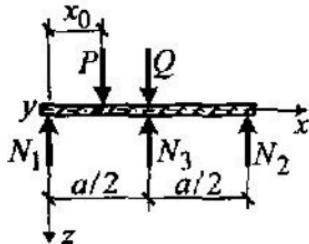
$$\theta(t) = \sqrt{\theta_0^2 + \frac{\dot{\theta}_0^2}{k^2}} \sin(kt + \alpha); \alpha = \arctan \frac{k\theta_0}{\dot{\theta}_0}$$

2. SỨC BỀN VẬT LIỆU

Bài 1 (12 điểm):

1. Tìm vị trí đặt vật nặng (điểm M) (4,0 điểm)

+ Các phương trình cân bằng:



$$\sum F_x = 0 \Leftrightarrow N_1 + N_2 + N_3 = P + Q \quad (1)$$

$$\sum m_z = 0 \Leftrightarrow P \cdot y_0 + Q \cdot \frac{a}{2} - N_3 \cdot a = 0 \quad (2)$$

$$\sum m_y = 0 \Leftrightarrow P \cdot x_0 + Q \cdot \frac{a}{2} - N_3 \cdot \frac{a}{2} - N_2 \cdot a = 0 \quad (3)$$

+ Phương trình biến dạng bổ sung:

$$\Delta = \frac{N_1}{K_1} = \frac{N_2}{K_2} = \frac{N_3}{K_3} = \frac{N_1 + N_2 + N_3}{K_1 + K_2 + K_3} = \frac{P + Q}{K} \quad (4)$$

$$\text{Từ (4)} \Rightarrow N_1 = \frac{P+Q}{K} \cdot K_1; N_2 = \frac{P+Q}{K} \cdot K_2; N_3 = \frac{P+Q}{K} \cdot K_3 \quad (5)$$

Thay (5) vào (2) và (3) được:

$$\begin{cases} x_0 = 0,65a = 0,65 \cdot 3 = 1,95m \\ y_0 = 0,2a = 0,2 \cdot 3 = 0,6m \end{cases}$$

(Ở đây: $P = 12kN$; $Q = 24kN$; $K_1 = 0,25K$; $K_2 = 0,35K$; $K_3 = 0,4K$)

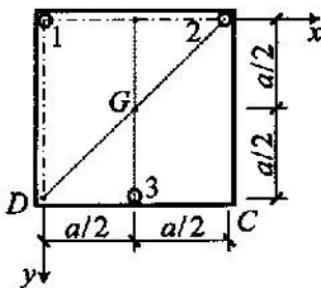
2. Xác định góc nghiêng các cạnh AB và AD (4,0 điểm)

+ Khi đặt vật nặng tại G có: $x_0 = y_0 = a/2$. Từ (1), (2) và (3) suy ra:

$$N_1 = N_2 = \frac{1}{4}(P+Q); N_3 = \frac{1}{2}(P+Q)$$

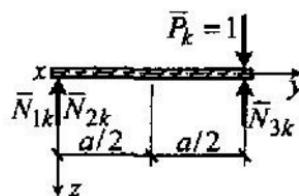
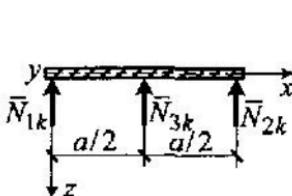
+ Biến dạng của các thanh:

$$\Delta\ell_1 = \frac{N_1}{K_1} = \frac{(P+Q)}{K}; \Delta\ell_2 = 0,714 \cdot \frac{(P+Q)}{K}; \Delta\ell_3 = 1,25 \cdot \frac{(P+Q)}{K}$$



Khi biến dạng, các điểm 1, 2, 3, N, D dịch chuyển đến các điểm 1', 2', 3', N', D'. Suy ra: $11' = \Delta\ell_1$; $22' = \Delta\ell_2$; $33' = \Delta\ell_3$

+ Tính DD' : Đặt $\bar{P}_k = 1$ vào vị trí D, nội lực trong các thanh:



$$\sum m_z = 0 \Leftrightarrow \bar{N}_{3k} = 1 \quad (6)$$

$$\sum m_y = 0 \Leftrightarrow \bar{N}_{2k} = -0,5 \bar{N}_{3k} = -0,5 \quad (7)$$

$$\sum F_x = 0 \Leftrightarrow \bar{N}_{1k} = 1 - \bar{N}_{2k} - \bar{N}_{3k} = 0,5 \quad (8)$$

$$\text{Chuyển vị } DD': DD' = \sum_{i=1}^n \int_0^t \frac{N_i N_m}{EF_i} dz = \frac{\bar{N}_{1k} N_1 L_1}{EF_1} + \frac{\bar{N}_{2k} N_2 L_2}{EF_2} + \frac{\bar{N}_{3k} N_3 L_3}{EF_3}$$

$$\Leftrightarrow DD' = \frac{0,5 \cdot 0,25(P+Q)}{K_1} - \frac{0,5 \cdot 0,25(P+Q)}{K_2} + \frac{1 \cdot 0,5(P+Q)}{K_3}$$

$$\Leftrightarrow DD' = \frac{P+Q}{K} \left[\frac{0,5 \cdot 0,25}{0,25} - \frac{0,5 \cdot 0,25}{0,35} + \frac{1 \cdot 0,5}{0,4} \right] = 1,393 \frac{(P+Q)}{K}$$

+ Góc nghiêng cạnh AB phương x:

$$\alpha_x = \tan \alpha_x = \frac{11' - 22'}{a} = (1 - 0,714) \frac{P+Q}{Ka} = 0,286 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$$

+ Góc nghiêng cạnh AD phương y:

$$\alpha_y = \tan \alpha_y = \frac{DD' - 11'}{a} = (1,393 - 1) \frac{P+Q}{Ka} = 0,393 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$$

+ Đổi ra độ: $\alpha_x = 0,286 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{180}{\pi} = 1,64 \cdot 10^{-2}$ (độ)

$$\alpha_y = 0,393 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{180}{\pi} = 2,25 \cdot 10^{-2}$$
 (độ)

3. Tính hệ số động (4,0 điểm)

+ Theo kết quả câu 1, tọa độ điểm M là: $\begin{cases} x_0 = 0,65a = 0,65 \cdot 3 = 1,95m \\ y_0 = 0,2a = 0,2 \cdot 3 = 0,6m \end{cases}$

+ Giả sử đặt tĩnh P tại M , từ (1), (2), (3), chú ý $Q = 0$ ta được:

$$N_1 = 0,25P; N_2 = 0,55P; N_3 = 0,2P$$

+ Gọi y_M^t là chuyển vị thẳng đứng của điểm M khi đặt tĩnh P , y_M^t được tính theo phương pháp năng lượng. Đặt $\bar{P}_k = 1$ tại M , tương tự như trên ta có:

$$\bar{N}_{1k} = 0,25; \bar{N}_{2k} = 0,55; \bar{N}_{3k} = 0,2$$

$$y_M^t = \sum_{i=1}^n \int_0^{z_i} \frac{N_i N_m}{EF_i} dz = \frac{\bar{N}_{1k} N_1 L_1}{EF_1} + \frac{\bar{N}_{2k} N_2 L_2}{EF_2} + \frac{\bar{N}_{3k} N_3 L_3}{EF_3}$$

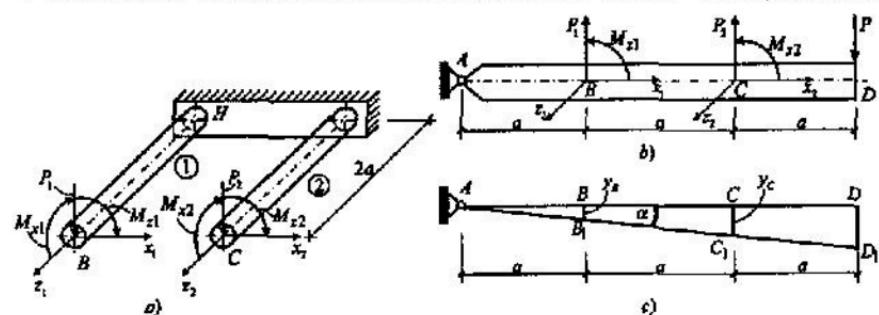
$$\Leftrightarrow y_M^t = \frac{0,25^2 P}{K_1} + \frac{0,55^2 P}{K_2} + \frac{0,2^2 P}{K_3}$$

$$\Leftrightarrow y_M^t = \frac{P}{K} \left(\frac{0,25^2}{0,25} + \frac{0,55^2}{0,35} + \frac{0,2^2}{0,4} \right) = 1,214 \cdot 10^{-3} m$$

+ Hệ số động: $K_d = 1 + \sqrt{1 + \frac{2H}{y_M^t}} = 1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 0,2}{1,214 \cdot 10^{-3}}} = 19,18$

Bài 2 (14 điểm):

1. Vẽ biểu đồ nội lực cho hai thanh đàn hồi theo P và a (8,0 điểm)



- Phương trình cân bằng cho tấm cứng:

$$\sum m_A = 0 \Leftrightarrow P_1 \cdot a + P_2 \cdot 2a + M_{z1} + M_{z2} = P \cdot 3a \quad (1)$$

- Các phương trình biến dạng bổ sung:

+ Do tám cứng chỉ chuyển vị trong mặt phẳng thẳng đứng nên:

$$\varphi_{z1}^B = \varphi_{z2}^C = 0 \quad (2)$$

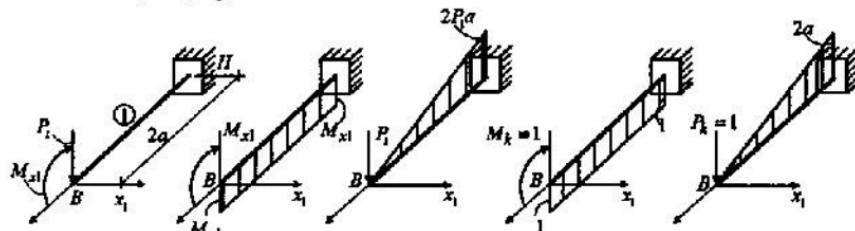
+ Gọi α là góc xoay của tám cứng trong mặt phẳng thẳng đứng, ta có:

$$\varphi_{z1}^B = \varphi_{z2}^C = \alpha \quad (3)$$

+ Do tám cứng tuyệt đối nên:

$$y_B = a \cdot \alpha = a \cdot \varphi_{z1}^B; \quad y_C = 2a \cdot \alpha = 2a \cdot \varphi_{z2}^C \quad (4)$$

- Tính các đại lượng:



+ Tại mặt cắt B:

$$\begin{aligned} \varphi_{z1}^B &= \frac{1}{EJ_{z1}} [(M_{z1} \cdot 2a) \cdot 1] - \frac{1}{EJ_{z1}} \left[\left(\frac{1}{2} \cdot 2P_1 a \cdot 2a \right) \cdot 1 \right] = \frac{2(M_{z1} - P_1 a)a}{EJ_{z1}} \\ y_B &= \frac{1}{EJ_{z1}} [-(M_{z1} \cdot 2a) \cdot a] + \frac{1}{EJ_{z1}} \left[\left(\frac{1}{2} \cdot 2P_1 a \cdot 2a \right) \cdot \frac{4a}{3} \right] = \frac{(4P_1 a - 3M_{z1})2a^2}{3EJ_{z1}} \end{aligned} \quad (5)$$

+ Tương tự cho mặt cắt C:

$$\varphi_{z2}^C = \frac{2(M_{z2} - P_2 a)a}{EJ_{z2}}; \quad y_C = \frac{(4P_2 a - 3M_{z2})2a^2}{3EJ_{z2}} \quad (6)$$

+ Góc xoay của mặt cắt B và C do các thanh chịu xoắn:

$$\varphi_{z1}^B = \frac{M_{z1} \cdot 2a}{GJ_{P1}}; \quad \varphi_{z2}^C = \frac{M_{z2} \cdot 2a}{GJ_{P2}} \quad (7)$$

+ Chú ý rằng: $J_{z1} = J_{z2} = J_s$; $J_{P1} = J_{P2} = 2J_s$; $G = 0,5E$. (8)

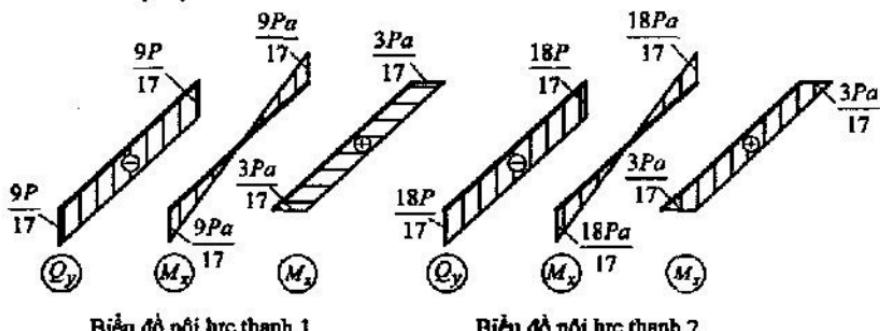
- Thay (5), (6), (7) vào (2), (3), (4), chú ý (8) và kết hợp (1) được:

$$\begin{cases} P_1 \cdot a + P_2 \cdot 2a + M_{z1} + M_{z2} = P \cdot 3a \\ Mx_1 = P_1 \cdot a; M_{z2} = P_2 \cdot a \\ M_{z1} = M_{z2} \\ 3M_{z1} + 3M_{z2} = 4P_1 \cdot a \\ 6M_{z2} + 3M_{z1} = 4P_2 \cdot a \end{cases} \quad (9)$$

- Giải hệ (9) tìm được:

$$P_1 = \frac{9P}{17}; P_2 = \frac{18P}{17}; M_{z1} = \frac{9Pa}{17}; M_{z2} = \frac{18Pa}{17}; M_{x1} = M_{z2} = \frac{3Pa}{17}$$

- Biểu đồ nội lực:



2. Xác định giá trị cho phép của P (4,0 điểm)

Do hai thanh giống nhau, nội lực lớn nhất trong hai thanh tại mặt cắt C và K nên kiểm tra bền cho hai mặt cắt này.

- Tại các điểm thuộc mép trên và mép dưới của thanh:

$$+ \text{Ứng suất pháp: } \sigma_{\max} = \frac{(M_z)_{\max}}{W_z} = \frac{18Pa / 17}{\pi d^3 / 32} = \frac{576Pa}{17\pi d^3}$$

$$+ \text{Ứng suất tiếp: } \tau_{\max} = \frac{M_z}{W_p} = \frac{3Pa / 17}{\pi d^3 / 16} = \frac{48Pa}{17\pi d^3}$$

+ Ứng suất lớn nhất theo thuyết bền 3:

$$\sigma_{\max}^{(3)} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} = \sqrt{\left(\frac{576Pa}{17\pi d^3}\right)^2 + 4\left(\frac{48Pa}{17\pi d^3}\right)^2} = \frac{34,35Pa}{\pi d^3}$$

+ Điều kiện bền:

$$\sigma_{\max}^{(3)} \leq [\sigma] \Leftrightarrow P \leq \frac{\pi d^3 [\sigma]}{34,35a} = \frac{3,14 \cdot 6^3 \cdot 16}{34,35 \cdot (100)} = 3,169kN$$

- Tại các điểm trên đường trung hàn, ở mặt ngoài của thanh:

+ Ứng suất tiếp lớn nhất:

$$\tau_{\max} = \frac{(M_s)_{\max}}{W_p} + \frac{4Q_y}{3F} = \frac{3Pa / 17}{\pi d^3 / 16} + \frac{4(18P / 17)}{3(\pi d^2 / 4)} = \frac{48(a + 2d)P}{17\pi d^3}$$

+ Ứng suất pháp tại đó bằng 0.

+ Điều kiện bền theo thuyết bền 3:

$$\tau_{\max} \leq \frac{[\sigma]}{2} \Leftrightarrow P \leq \frac{17\pi d^3 [\sigma]}{96(a + 2d)} = \frac{17 \cdot 3,14 \cdot 6^3 \cdot 16}{96(100 + 2 \cdot 6)} = 17,156kN$$

- Kết luận: $[P] = 3,169kN$.

3. Tính chuyển vị của điểm đặt lực P (2,0 điểm)

- Góc xoay của tâm cứng trong mặt phẳng thẳng đứng:

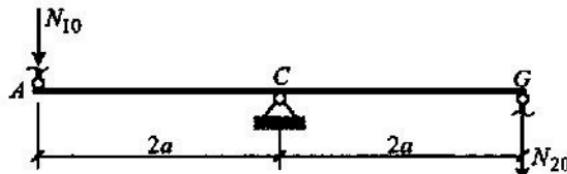
$$\alpha = \varphi_{11}^B = \frac{M_{11} \cdot 2a}{GJ_{P_1}} = \frac{(3Pa / 17) \cdot 2a}{(0,5E) \cdot (\pi d^4 / 32)} = \frac{384Pa^2}{17\pi Ed^4}$$

- Chuyển vị của điểm đặt lực P :

$$y_D = 3a \cdot \alpha = \frac{1152Pa^3}{17\pi Ed^4} = \frac{1152 \cdot (3,169 \cdot 10^3) \cdot (100^3)}{17 \cdot 3,14 \cdot (2 \cdot 10^7) \cdot 6^4} = 2,64cm$$

Bài 3 (14 điểm):

1. Tính lực dọc và ứng suất trong các thanh 1 và 2 khi nối G với G' (4,0 điểm)



- Phương trình cân bằng:

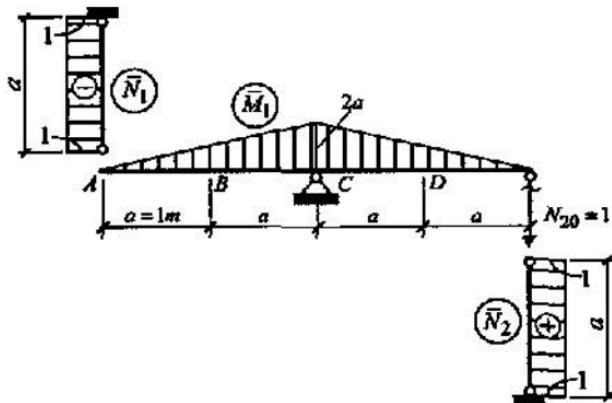
$$\sum m_C = 0 \Leftrightarrow N_{10} = N_{20}$$

- Để tính lực dọc trong thanh 2, ta sử dụng phương pháp lực:

$$\delta_{11} N_{20} = \delta$$

trong đó δ_{11} được tính dựa vào quy tắc nhân biếu đồ Veresaghin:

$$\delta_{11} = \frac{1}{EJ} \cdot 2 \left[\left(\frac{1}{2} \cdot 2a \cdot 2a \right) \cdot \left(\frac{2}{3} \cdot 2a \right) \right] + \frac{1}{EF} \cdot 2[(a \cdot 1 \cdot 1)] = \frac{22a}{3EF}$$



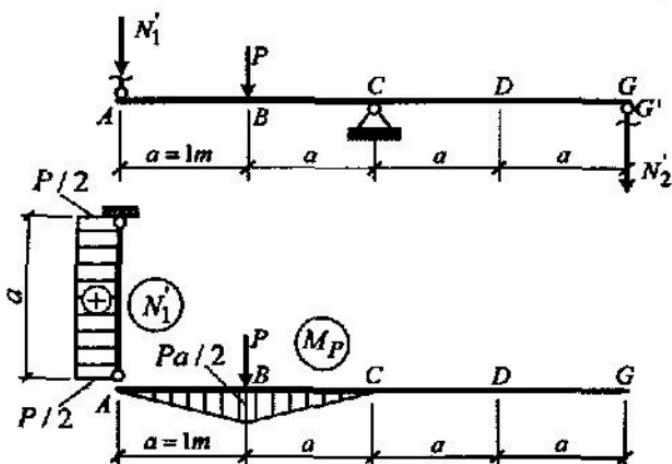
- Nội lực trong hai thanh: $N_{10} = N_{20} = \frac{\delta}{\delta_{11}} = \frac{220a}{EF} \cdot \frac{3EF}{22a} = 30kN$

- Ứng suất trong hai thanh:

$$\sigma_1 = -\frac{N_{10}}{F} = -6kN/cm^2; \sigma_2 = \frac{N_{20}}{F} = 6kN/cm^2$$

2) Nếu sau khi nối G với G', ta đặt một lực $P = 297kN$ tại B. Xác định nội lực trong các thanh 1, 2 và tính độ vông của điểm A, G (6,0 điểm):

- Gọi lực dọc trong hai thanh 1 và 2 do chỉ riêng P gây ra là N'_1 và N'_2



- Dùng phương pháp lực để tìm N'_2 : $\delta_{11}N'_2 + \Delta_{1P} = 0$ trong đó:

$$\delta_{11} = \frac{22a}{3EF}; \Delta_{1P} = -\frac{1}{EJ} \left[2 \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{Pa}{2} \cdot a \right) \right] \cdot a - \frac{1}{EF} \left(a \cdot \frac{P}{2} \right) \cdot 1 = -\frac{Pa}{EF}$$

$$\Rightarrow N_2' = -\frac{\Delta_{1P}}{\delta_{11}} = \frac{Pa}{EF} \cdot \frac{3EF}{22a} = \frac{3P}{22} = 40,5kN$$

- Phương trình cân bằng:

$$\sum m_G = 0 \Leftrightarrow N_1' \cdot 2a + Pa - N_2' \cdot 2a = 0 \Leftrightarrow N_1' = -\frac{8P}{22} = -108kN$$

- Nội lực trong các thanh 1 và 2 là:

$$N_1 = N_{10} + N_1' = 30 + (-108) = -78kN \Rightarrow \text{chịu kéo}$$

$$N_2 = N_{20} + N_2' = 30 + 40,5 = 70,5kN \Rightarrow \text{chịu kéo}$$

- Độ võng của điểm A và G:

$$\Delta\ell_1 = \frac{N_1 \cdot \ell_1}{EF} = 0,078cm; \Delta\ell_2 = \frac{N_2 \cdot \ell_2}{EF} = 0,0705cm;$$

$$\delta = \frac{220a}{EF} = 0,22cm$$

+ Độ võng của A và G:

$$y_A = \Delta\ell_1 = 0,078cm \Rightarrow \text{chuyển vị xuống dưới.}$$

$$y_G = \delta - \Delta\ell_2 = 0,1495cm \Rightarrow \text{chuyển vị xuống dưới.}$$

3. Tìm trị số của lực Q để $|\sigma_1| = |\sigma_2|$ (4,0 điểm)

- Gọi N_{Q1}', N_{Q2}' tương ứng là nội lực của thanh 1, 2 do Q tác động gây nên.

Xuất phát từ mô hình kết cấu và vị trí đặt tải của Q so với P, do tính chất phản đối xứng của kết cấu nên ta có thể suy ra kết quả dựa vào câu 2.

$$N_1 = N_{10} + N_{Q1}' = \frac{3Q}{22}; N_{Q2}' = -\frac{8Q}{22}$$

$$\text{Khi đó nội lực trong thanh 1 và 2 là: } N_1 = -78 + \frac{3Q}{22}; N_2 = 70,5 - \frac{8Q}{22}$$

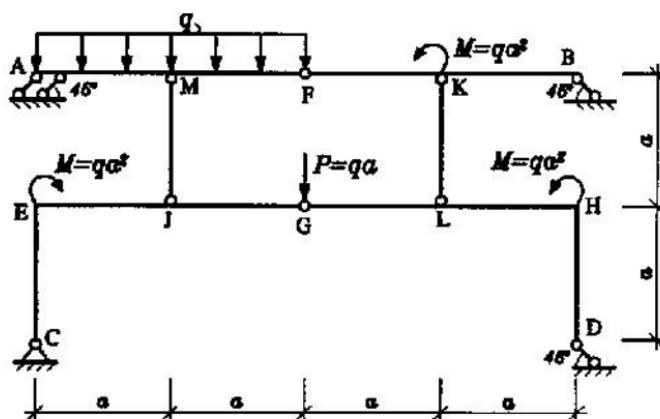
- Để ứng suất trong hai thanh có trị số thỏa mãn $|\sigma_1| = |\sigma_2|$:

$$\left| -78 + \frac{3Q}{22} \right| = \left| 70,5 - \frac{8Q}{22} \right| \Leftrightarrow \begin{cases} Q = -33kN \\ Q = 297kN \end{cases}$$

Vì chiều của lực Q đã được xác định cùng chiều lực P nên trị số lực Q thỏa mãn yêu cầu đề bài là: $Q = 297kN$.

3. CƠ HỌC KẾT CẤU

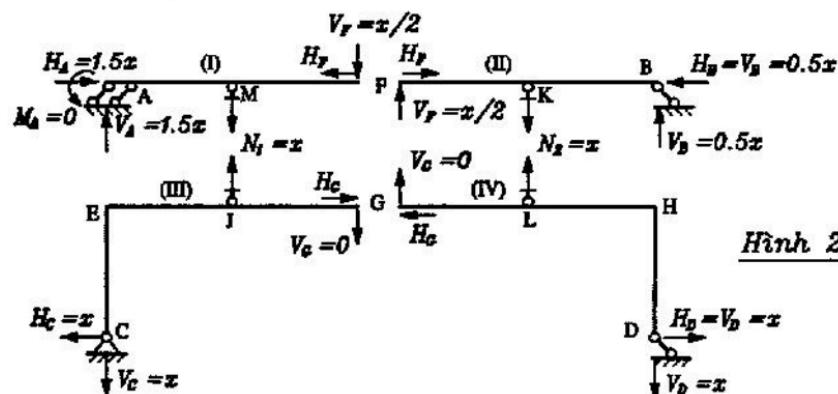
Bài 1. (20 điểm)



Hình 1

Câu 1: Chứng minh hệ đủ liên kết và bất biến hình:

a. Điều kiện cần:



Hình 2

Hệ gồm 5 miếng cứng là I, II, III, IV và đất. Có 3 khớp tại C,F,G và 6 thanh tại A, B, D, M, K:

$$n = T + 2K + 3H - 3(D - 1) = 6 + 2 * 3 + 0 - 3(5 - 1) = 0$$

Vậy hệ đủ liên kết.

b. Điều kiện đủ: Dùng phương pháp tải trọng bằng không.

Tại A, B, D có liên kết nghiêng 45° nên đặt $V_D = H_D = x$.

$$\Sigma X^{(II+IV)} = 0 \rightarrow H_C = H_D = x ; \Sigma M_L^{IV} = 0 \rightarrow V_G = 0$$

$$\Sigma M_J^{III} = 0 \rightarrow V_G = H_C = x ; \Sigma M_G^{IV} = 0 \rightarrow N_2 = x$$

$$\Sigma Y^{III} = 0 \rightarrow N_1 = V_C = x ; \Sigma M_P^{II} = 0 \rightarrow V_B = H_B = 0.5x$$

$$\Sigma Y^I = 0 \rightarrow V_F = 0.5x ; \Sigma Y^I = 0 \rightarrow V_A = H_A = 1.5x$$

$$\Sigma X^{(I+II)} = 0 \rightarrow H_A - H_B = 1.5x - 0.5x = 0 \rightarrow x = 0$$

Từ $x = 0$ suy ra mọi phản lực và nội lực của hệ đều bằng 0.

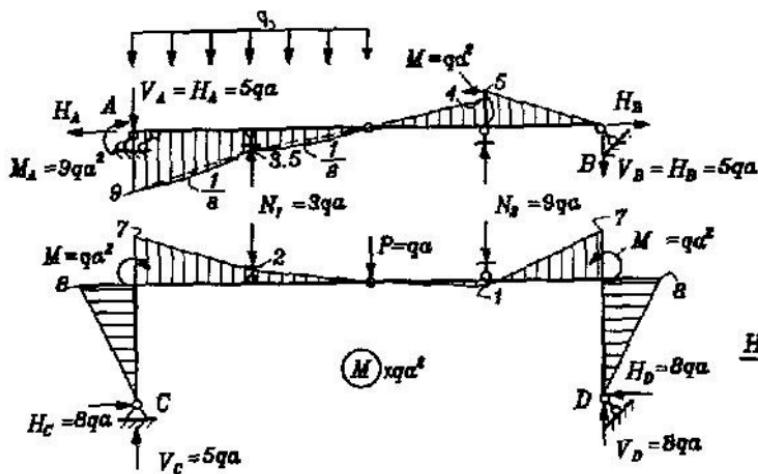
c. **Kết luận:** Hệ đủ liên kết và bất biến hình → đ.p.c.m

Câu 2: Vẽ biểu đồ mô men uốn, lực cắt và lực dọc:

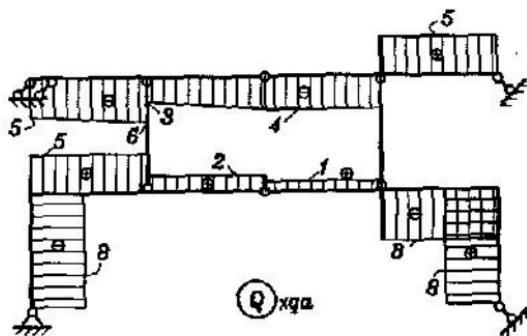
Dùng các phương trình cân bằng tương tự như câu 1 ta tìm được tất cả các phản lực và vẽ được các biểu đồ như Hình 3, 4 và 5.

Câu 3: Tính mô men uốn tại K và lực ngang tại C bằng đường ảnh hưởng

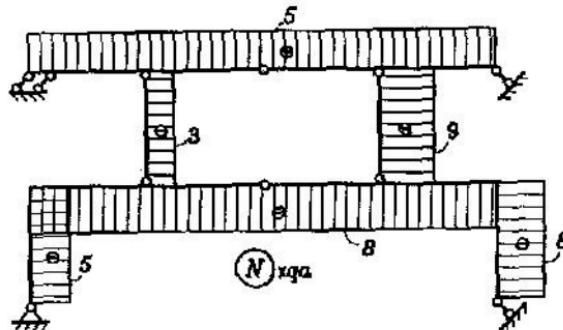
Vẽ đ.a.h. M_K và đ.a.h H_C bằng phương pháp thực hành. Kết quả trên Hình 6 và 7.



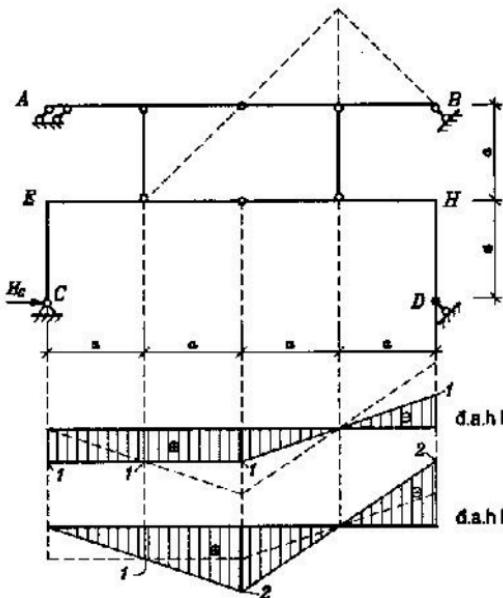
Hình 3



Hình 4



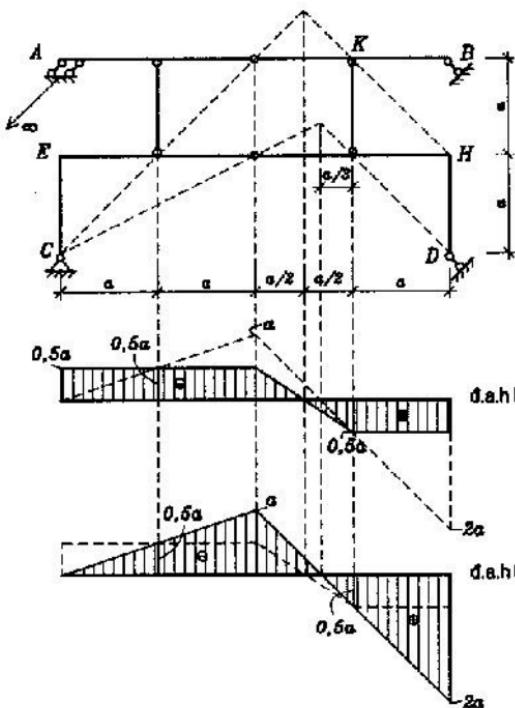
Hình 5



Hình 6

d.a.h H_C ($P=1$ di động từ A đến B)
Đường xe chạy trên

d.a.h H_C ($P=1$ di động từ E đến H)
Đường xe chạy dưới



Hình 7

d.a.h M_K ($P=1$ di động từ A đến B)
Đường xe chạy trên

d.a.h M_X ($P=1$ di động từ E đến H)
Đường xe chạy dưới

$$H_c = 2qa(1) - qa^2\left(-\frac{1}{a}\right) + qa^2\left(\frac{1}{a}\right) + qa(2) - qa^2\left(-\frac{2}{a}\right) = 8qa$$

$$M_k^{Tr} = 2qa\left(-\frac{a}{2}\right) - qa^2(0) + qa^2\left(-\frac{1}{2}\right) + qa(-a) - qa^2\left(\frac{3}{2}\right) = -4qa^3$$

$$M_k^{Ph} = 2qa\left(-\frac{a}{2}\right) - qa^2(1) + qa^2\left(-\frac{1}{2}\right) + qa(-a) - qa^2\left(\frac{3}{2}\right) = -5qa^2$$

Thang điểm bài 1

- | | |
|---------------------------------|----------------|
| 1. Xét cấu tạo hình học: | 3 điểm |
| 2. Biểu đồ mô men uốn: | 6 điểm |
| 3. Biểu đồ lực cắt: | 2 điểm |
| 4. Biểu đồ lực dọc: | 1 điểm |
| 5. Vẽ đường ảnh hưởng: | 4x(1,5) điểm |
| <u>6. Tính đường ảnh hưởng:</u> | <u>2 điểm</u> |
| Tổng cộng: | 20 điểm |

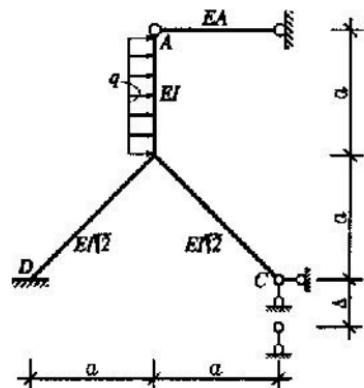
Bài 2: (20 điểm)

Câu 1: Tính và vẽ các biểu đồ nội lực (M), (Q), (N) cho hệ

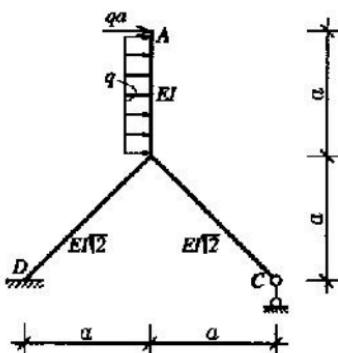
a. Biểu đồ mô men uốn:

Đưa hệ đã cho về hai bài toán

- + Hệ đối xứng chịu nguyên nhân đối xứng- Sơ đồ nửa hệ (Hình 8).
- + Hệ đối xứng chịu nguyên nhân phản xứng- Sơ đồ nửa hệ (Hình 9).



Hình 8

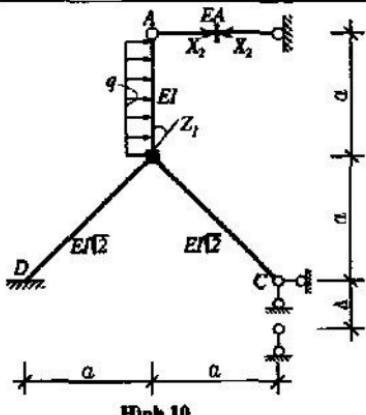


Hình 9

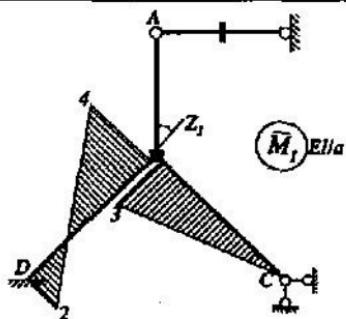
a.1. Hệ đối xứng chịu nguyên nhân đối xứng giải bằng phương pháp hỗn hợp

$$\begin{cases} r_{11}Z_1 + r_{12}X_2 + R_{1P} = 0 \\ \dot{\delta}_{21}Z_1 + \delta_{22}X_2 + \Delta_{2P} = 0 \end{cases}$$

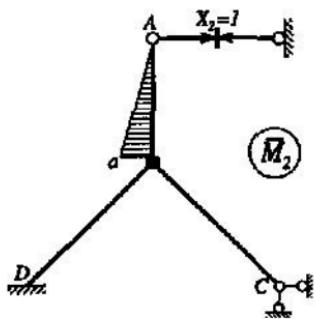
Việc tính toán và các biểu đồ trung gian thể hiện trên các hình vẽ từ hình 10 đến hình 13:



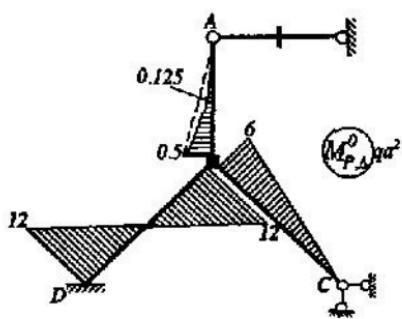
Hình 10



Hình 11



Hình 12



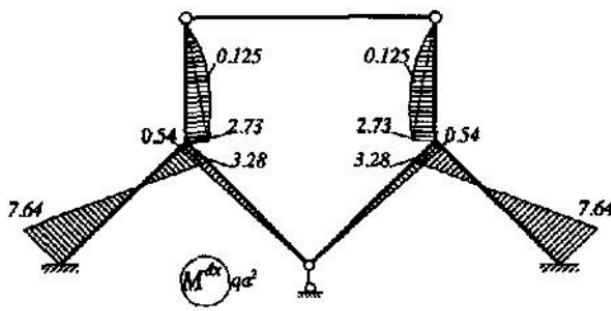
Hình 13

Suy ra $r_{11} = \frac{7EI}{a}$; $\dot{r}_{12} = -a$; $\dot{\delta}_{21} = -\dot{r}_{12} = a$; $\delta_{22} = \frac{4a^3}{3EI}$;

$$R_{1P} = -18.5qa^2; \Delta_{2P} = \frac{17qa^4}{8EI};$$

Giải hệ phương trình: $Z_1 = \frac{2.18qa^3}{EI}$; $X_2 = -3.23qa$.

Biểu đồ (Mđx) như hình 14

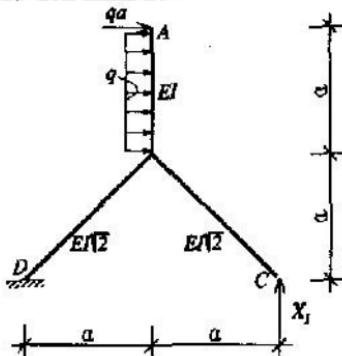


Hình 14

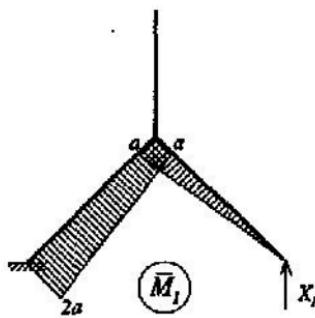
a.2. Hệ đối xứng chịu nguyên nhân phản xứng giải bằng phương pháp lực:

$$\delta_{11} X_1 + \Delta_{1P} = 0$$

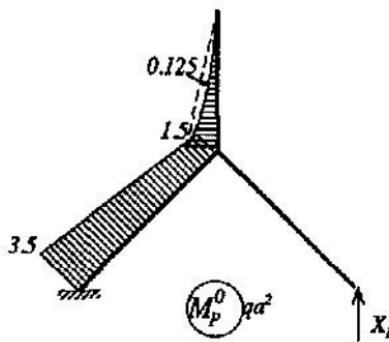
Việc tính toán và các biểu đồ trung gian thể hiện trên các hình vẽ từ hình 15 đến hình 17:



Hình 15



Hình 16

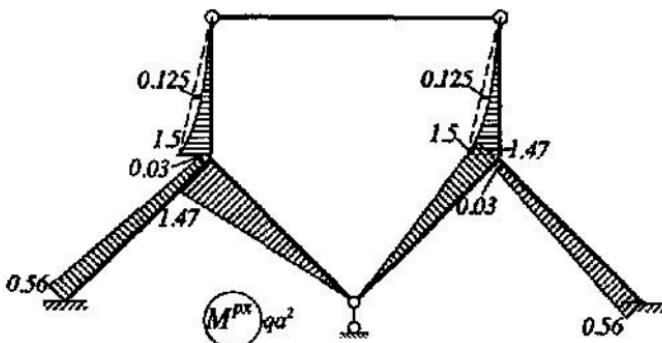


Hình 17

$$\text{Suy ra } \delta_{11} = \frac{8a^3}{3EI}; \Delta_{1P} = \frac{-47qa^4}{12EI};$$

Giải hệ phương trình: $X_1 = 1.47qa$.

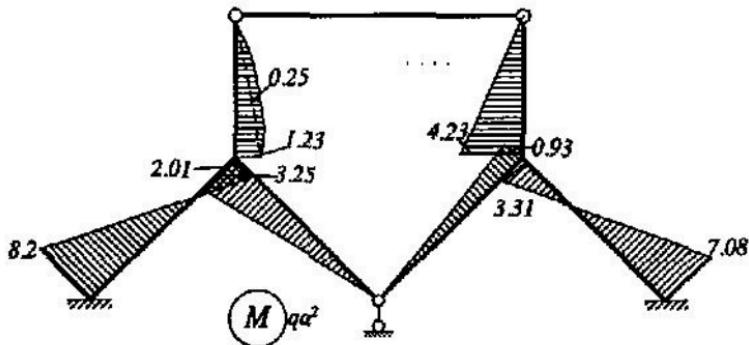
Biểu đồ (Mpx) như hình 18



Hình 18

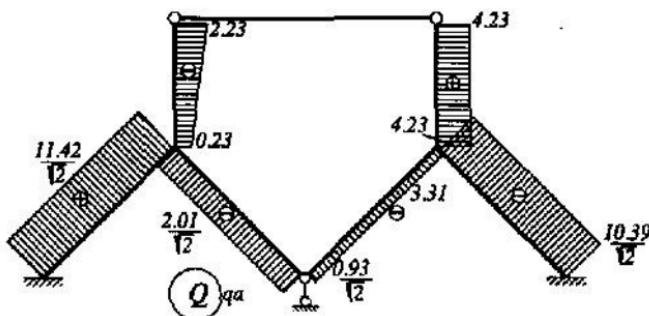
a.3. Biểu đồ mô men uốn tổng cộng như hình 19:

$$(M) = (Mdx) + (Mpx)$$



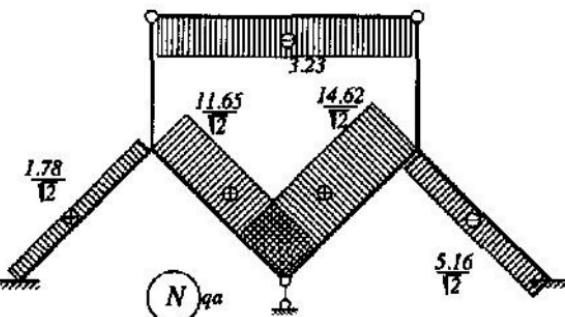
Hình 19

b. Biểu đồ lực cắt (như hình 20):



Hình 20

c. Biểu đồ lực dọc (như hình 21):



Hình 21

Câu 2: Tính chuyển vị thẳng tương đối giữa A và B theo phương ngang chính là độ co của thanh AB:

$$\Delta_{AB} = \frac{N_{AB}}{EI_{AB}} l_{AB} = -3.23qa \frac{a^2}{EI} 2a = -6.46 \frac{qa^4}{EI} (-\leftarrow)$$

Thang điểm bài 2

- | | |
|------------------------|----------|
| 1. Biểu đồ mô men uốn: | 12 điểm |
| 2. Biểu đồ lực cắt: | 1.5 điểm |
| 3. Biểu đồ lực dọc: | 1.5 điểm |
| 4. Chuyển vị: | 5 điểm |

Tổng cộng: 20 điểm

4. THỦY LỰC

Bài 1. (10 điểm)

1- Khi chuyển động với vận tốc $a > 0$ theo phương x thì lực tác động lên quả cầu gồm có (hình 1) :

$$\text{Trọng lực: } W = mg = -\rho g V_0$$

$$\text{Lực quán tính: } F_x = -ma = -\rho a V_0$$

$$\text{Lực đẩy nổi } F_N$$

$$\text{Lực căng } T$$

Lực đẩy nổi F_N được xác định như sau:

Viết phương trình vi phân trên phương s, n, y :

$$F_x ds + F_n dn + F_y dy = \frac{1}{\rho} dp$$

Với $F_y = 0$; $F_x = -a \cos \alpha + g \sin \alpha$; $F_n = -a \sin \alpha - g \cos \alpha$

Sau khi tích phân ta được:

$$\frac{p}{\rho} + (a \cos \alpha - g \sin \alpha)s + (a \sin \alpha + g \cos \alpha)n = C$$

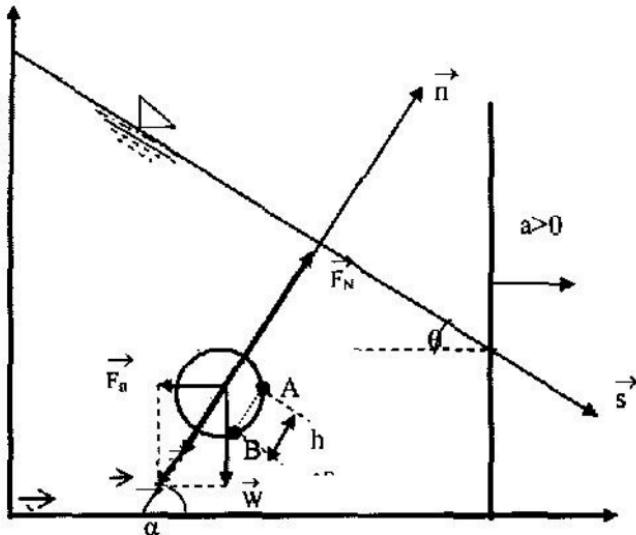
Chọn hai điểm A, B trên mặt cầu theo phương n , đối xứng nhau qua mặt kính song song mặt đẳng áp ($s_A = s_B$), ta có:

$$\frac{p_B - p_A}{\rho} = (a \sin \alpha + g \cos \alpha)(n_A - n_B) = \sqrt{a^2 + g^2}(h_{AB}) = g \cdot h_{AB}$$

Với h_{AB} theo phương n .

Như vậy cứ một cặp điểm theo phương n trên mặt cầu đối xứng nhau, thì điểm nằm dưới có áp suất lớn hơn điểm nằm trên là $\rho g \cdot h$, với h là khoảng cách giữa hai điểm theo phương n . Do đó sau khi tích phân để tìm lực tác dụng lên mặt cầu theo phương n ta sẽ có: $F_N = \rho V_0 g$ với $g' = \sqrt{a^2 + g^2}$

Lúc quả cầu đạt trạng thái cân bằng thì tổng lực tác dụng lên quả cầu bằng không, do đó trên phương \vec{n} (vuông góc với mặt đỗng áp) tổng lực cũng phải bằng không. Nhận xét thấy tổng hai lực \vec{F}_a và \vec{W} cũng nằm trên phương \vec{n} , như vậy để cân bằng lực thì lực căng T phải nằm theo phương \vec{n} .



Vậy quả cầu phải chuyển động về phía trước cùng chiều với chiều chuyển động của xe

1. Vì lực căng T nằm trên phương \vec{n} nên góc nghiêng α của dây khi quả cầu đạt trạng thái cân bằng sẽ là (hình 1):

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{g}{a} = \frac{9,81}{4} = 2,452 \Rightarrow \alpha = 67^\circ 81'$$

2. Xét tổng lực trên phương \vec{n} có:

$$\begin{aligned} F_N - F_a \cos \alpha - W \sin \alpha - T &= 0 \\ \Rightarrow T &= F_N - F_a \cos \alpha - W \sin \alpha \end{aligned}$$

Trong đó: $F_N = \rho V_0 g = \rho V_0 \sqrt{a^2 + g^2}$; $F_a = ma = \rho_0 a V_0$; $W = mg = \rho_0 g V_0$
 ρ : khối lượng riêng của nước, ρ_0 : khối lượng riêng của quả cầu.

$$\rho_0 = \delta \rho = 0,4 \cdot 1000 = 400 \quad (\text{kg/m}^3)$$

Bài 2 (12 điểm)

1. Tìm thành phần U_y và hàm thế $\varphi(x, y)$:

$$\frac{\partial \varphi}{\partial x} = U_x = U_0(1 - 2x - x^2 - xy + 2y + y^2) \quad (1)$$

$$\varphi = U_0(x - x^2 - \frac{1}{3}x^3 - \frac{1}{2}x^2y + 2xy + xy^2) + f(y) \quad (2)$$

$$U_y = \frac{\partial \varphi}{\partial y} = U_0(-\frac{1}{2}x^2 + 2x + 2xy) + f'(y) \quad (3)$$

PTLT

$$U_0(-2 - 2x - y) + U_0(2x) + f''(y) = 0$$

$$\rightarrow f''(y) = U_0(2 + y)$$

$$f''(y) = U_0(2y + \frac{1}{2}y^2) + C_1 \quad (4)$$

$$\text{Từ (3): } \rightarrow U_y = U_0(-\frac{1}{2}x^2 + 2x + 2xy + 2y + \frac{1}{2}y^2) + C_1$$

Tại A(1,1), có $U_y = 0$

$$\rightarrow 0 = 6U_0 + C_1 \Rightarrow C_1 = -6U_0$$

$$\Rightarrow U_y = U_0(-\frac{1}{2}x^2 + 2x + 2xy + 2y + \frac{1}{2}y^2 - 6)$$

$$\text{Từ (4): } \rightarrow f''(y) = U_0(2y + \frac{1}{2}y^2 - 6)$$

$$f(y) = U_0(\frac{1}{6}y^3 + y^2 - 6y) + C$$

Từ (2): \Rightarrow

$$\boxed{\varphi = U_0(x - x^2 - \frac{1}{3}x^3 - \frac{1}{2}x^2y + 2xy + xy^2 + \frac{1}{6}y^3 + y^2 - 6y) + C}$$

2. Tìm hàm dòng $\psi(x, y)$ và lưu khối đơn vị chảy giữa hai điểm A(1,1) và B(0,0):

$$\frac{\partial \psi}{\partial y} = U_x = U_0(1 - 2x - x^2 - xy + 2y + y^2)$$

$$\psi = U_0(y - x^2y - 2xy - \frac{1}{2}xy^2 + y^2 + \frac{1}{3}y^3) + f_1(x)$$

$$U_y = -\frac{\partial \psi}{\partial x} = -U_0(-2xy - 2y - \frac{1}{2}y^2) - f_1'(x)$$

$$U_y = U_0(-\frac{1}{2}x^2 + 2x + 2xy + 2y + \frac{1}{2}y^2 - 6)$$

$$\rightarrow f_1'(x) = -U_0(-\frac{1}{2}x^2 + 2x - 6)$$

$$\rightarrow f_1(x) = -U_0(-\frac{1}{6}x^3 + x^2 - 6x) + C'$$

$$\begin{aligned} \psi &= U_0(y - x^2y - 2xy - \frac{1}{2}xy^2 + y^2 + \frac{1}{3}y^3 + \\ &\quad + \frac{1}{6}x^3 - x^2 + 6x) + C' \end{aligned}$$

Lưu khối đơn vị:

$$\dot{m} = \rho_0 q_{AB} = \rho_0 |\psi_A - \psi_B| = \rho_0 |\psi(1,1) - \psi(0,0)|$$

$$\Rightarrow \dot{m} = \rho_0 U_0 |(4 + C') - C'| = 4\rho_0 U_0$$

3. Lưu số vận tốc:

$$\Gamma_{AB} = \int_{AB} (U_x dx + U_y dy) = |\varphi_A - \varphi_B| = |\varphi(1,1) - \varphi(0,0)|$$

$$\Rightarrow \Gamma_{AB} = \left| -\frac{8}{3}U_0 + C - C' \right| = \frac{8}{3}U_0$$

4. Tính áp suất tại A, biết tại B áp suất bằng không:

Phương trình Bernoulli cho chất lỏng lý tưởng, không nén được viết cho A và B

$$z_A + \frac{p_A}{\gamma} + \frac{u_A^2}{2g} = z_B + \frac{p_B}{\gamma} + \frac{u_B^2}{2g}$$

Với: $z_A = z_B$ (dòng chảy phẳng); $u_A = 0$ (diểm dừng); $p_B = 0$ (đã cho)

$$\rightarrow \frac{p_A}{\gamma} = \frac{u_B^2}{2g} \Rightarrow p_A = \frac{\rho_0}{2} u_B^2$$

Tính U_B : $U_x = U_0$; $U_y = -6.U_0$; $\rightarrow U_B = \sqrt{37}.U_0$

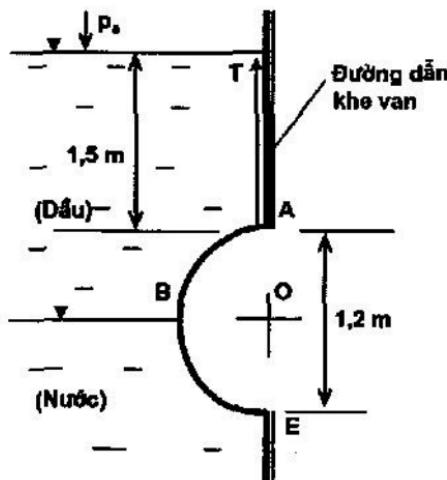
$$\text{Vậy: } p_A = \frac{\rho_0}{2} \cdot 37 U_0^2 = 18,5 \rho_0 U_0^2$$

5. Tìm hàm thế phức dưới dạng $W(z) = \varphi + i\psi$, biết $z = x + iy$

$$\begin{aligned} W(z) = U_0 & (x - x^2 - \frac{1}{3}x^3 - \frac{1}{2}x^2y + 2xy + xy^2 + \frac{1}{6}y^3 + \\ & + y^2 - 6y) + iU_0(y - x^2y - 2xy - \frac{1}{2}xy^2 + \\ & + y^2 + \frac{1}{3}y^3 + \frac{1}{6}x^3 - x^2 + 6x) \end{aligned}$$

$$W(z) = z - z^2 - \frac{1}{3}z^3 + \frac{1}{6}iz^3 - iz^2 + 6iz$$

Bài 3 (8 điểm)



Lực kéo giới hạn T_{KGH} được xác định theo ph

$$T_{KGH} = G + f.P_x - P_z ,$$

trong đó:

$$P_x = P_{x(DAU+AB)} + P_{x(DAU+NUOC)BE}$$

$$P_x = \gamma_d \left(1,5 + \frac{0,6}{2} \right) (0,6 \cdot 1) + \gamma_a \cdot 2,1 \cdot (0,6 \cdot 1) + \frac{1}{2} \gamma_n \cdot 0,6^2 \cdot 1$$

$$P_x = 22860N$$

$$P_z \uparrow = P_{z(DAU+NUOC)BE} \uparrow - P_{z(DAU+AB)} \downarrow$$

$$P_z \uparrow = (\gamma_d + \gamma_n) \frac{1}{4} \pi \cdot 0,6^2 = (9000 + 10000) \frac{1}{4} \pi \cdot 0,6^2$$

$$P_z \uparrow = 5372N$$

$$T_{KGH} = 5000 + 22860 \cdot 0,1 - 5372 = 1914N$$

Kết luận: như vậy lực kéo tối thiểu để kéo được cửa van lên là 1914 N.

Bài 4. (10 điểm):

Công thức tính tần suất thất dọc đường, khi bỏ qua tần suất cục bộ :

$$H = \lambda \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g} = 0,827 \lambda \frac{l}{d^5} Q^2 .$$

Ký hiệu : $0,827 \lambda \frac{l}{d} = A$, công thức tính trên các đoạn ống l_1, l_2, l_3 như sau :

$$H_1 = A_1 Q_1^2 ;$$

$$H_2 = A_2 Q_2^2 ;$$

$$H_3 = A_3 Q_3^2 .$$

Trong đó : Q_1, Q_2, Q_3 là lưu lượng tại các đoạn ống l_1, l_2, l_3 .

Từ hình vẽ ta có :

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 \quad (1)$$

$$H_1=H_2=H_3, 0,2. \quad (2)$$

Thay trị số của H_1, H_2, H_3 vào (2) và rút gọn ta được :

$$A_2 Q_1^2 = A_2 Q_2^2;$$

$$Q_2 = Q_1 \sqrt{\frac{A_1}{A_2}}; \quad (3)$$

$$A_1 Q_1^2 = A_3 Q_3^2 - 0,2;$$

$$Q_3 = \sqrt{\frac{A_1}{A_3} Q_1^2 + \frac{0,2}{A_3}} \quad (4)$$

Thay (3) và (4) vào (1) được :

$$Q = Q_1 + Q_1 \sqrt{\frac{A_1}{A_2}} + \sqrt{\frac{A_1}{A_3} Q_1^2 + \frac{0,2}{A_3}};$$

$$Q = Q_1 \left(1 + \sqrt{\frac{A_1}{A_3} Q_1^2 + \frac{0,2}{A_3}} \right).$$

$$\text{Đặt : } B = 1 + \sqrt{\frac{A_1}{A_2}}; C = \frac{A_1}{A_3}; D = \frac{0,2}{A_3}.$$

Ta có :

$$Q = B Q_1 + \sqrt{C Q_1^2 + D}. \quad (5)$$

Chuyển vế $B.Q_1$ sang trái, bình phương hai vế và rút gọn, được :

$$Q_1^2 (B^2 - C) - 2BQ_1 Q_1 + Q_1^2 - D = 0.$$

Đặt $a = B^2 - C$; $b = 2BQ_1 Q_1$; $c = Q_1^2 - D$, ta có :

$$a Q_1^2 - b Q_1 + c = 0. \quad (6)$$

Tính các hệ số :

$$A_2 = \frac{0,0827.0,035.4,7}{0,01^5} = 1,36.10^8;$$

$$A_1 = \frac{0,0827.0,035.3}{0,01^5} = 1,043.10^8;$$

$$A_3 = \frac{0,0827.0,035.3}{0,01^5} = 0,868.10^8;$$

$$B = 1 + \sqrt{\frac{1,043.10^8}{1,36.10^8}} = 1,875 \quad ; \quad C = \frac{1,043.10^8}{0,868.10^8} = 1,2;$$

$$D = \frac{0,2}{0,868.10^8} = 2,3.10^9 \quad ;$$

$$a = 1,875^2 - 1,2 = 2,32 \quad ;$$

$$b = 2,1.875.0,00025 = 9,38.10^4 \quad ;$$

$$c = 0,00025^2 - 2,3.10^{-9} = 6,02.10^8.$$

Giải (6) ta được :

$$Q_1 = 0,00008 \frac{m^3}{s}$$

Từ trị số của Q_1 , ta có :

$$Q_2 = 0,00008 \sqrt{\frac{1,043.10^8}{1,36.10^8}} = 0,00007 \frac{m^3}{s};$$

$$Q_3 = 0,00025 - (0,00008 + 0,00007) = 0,0001 \frac{m^3}{s}$$

2- Từ (3) để xăng ở hai bình thấp không bị hút thì $Q_1=0$. Dựa vào (5) ta có điều kiện của lưu lượng bom :

$$Q = \sqrt{D} = \sqrt{\frac{0,2}{3,14. \frac{0,01^2}{4}}} = 48.10^{-6} \frac{m^3}{s}$$

5. CƠ HỌC ĐẤT

Bài 1: (10 điểm)

1. Tính và vẽ biểu đồ cường độ áp lực đất chủ động tác dụng lên tường (6 điểm):

Chọn gốc tọa độ là đỉnh tường, độ sâu z kể từ mặt đất đắp trên đỉnh tường;

Cường độ áp lực đất chủ động lên tường:

$$\sigma_{ha} = K_a \sigma'_z - 2c \sqrt{K_a} \quad 1 \text{ điểm}$$

Trong đó: K_a là hệ số áp lực đất chủ động: $K_a = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right)$

ϕ - góc ma sát trong của đất; c - là lực dính đơn vị;

σ'_z - ứng suất đứng hiệu quả do tải trọng ngoài và trọng

lượng bùn thải đất gây ra.

Kết quả tính toán như trong bảng sau

(4 điểm)

Lớp đất	z(m)	$\sigma'_z (kN/m^2)$	K_a	$\sqrt{K_a}$	$-2c \sqrt{K_a}$	$\sigma_{ha} (kN/m^2)$
Đất xỉ quặng	0	20	0.49	0.7	-7	2.8
	5	105	0.49	0.7	-7	44.45
Đất á cát	5	105	0.57	0.75	-15	44.85
	8	132	0.57	0.75	-15	60.24
Đất á sét	8	132	0.61	0.78	-18.72	61.80
	12	166	0.61	0.78	-18.72	82.54
Đất sét	12	166	0.61	0.78	-24.96	76.30
	15	193	0.61	0.78	-24.96	92.77

Biểu đồ áp lực đất như hình vẽ:

1 điểm

2. Xác định trị số tổng áp lực (4 điểm):

Trị số tổng áp lực tác dụng lên tường vây hố móng bao gồm áp lực đẩy chủ động của đất sau tường và áp lực nước.

+ Trị số tổng áp lực đất chủ động:

$$E_a = 0.5x[(2.8+44.45)x5 + (44.85+60.24)x3 + (61.80+82.54)x4 + (76.3+92.77)x3] =$$

$$= 0.5 (236.25 + 315.27 + 577.36 + 507.21) = 818.045 \text{ kN/m}$$

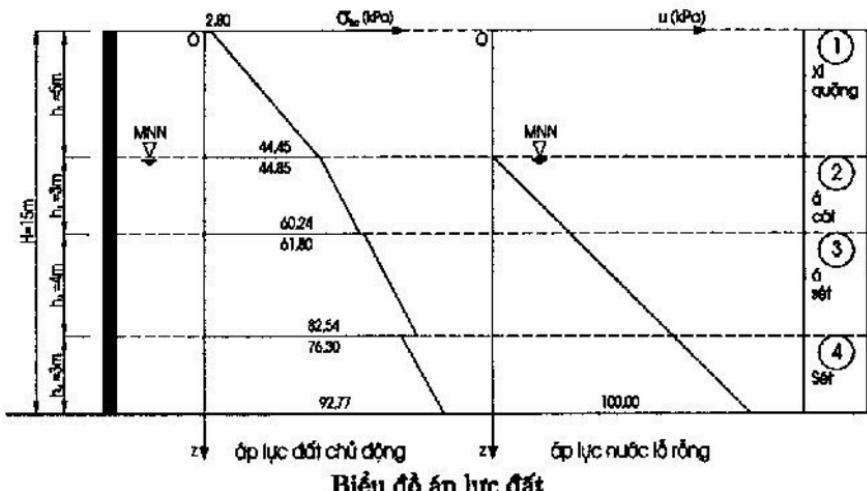
2 điểm

+ Trị số tổng áp lực nước: $E_u = 0.5x 10 \times 100 = 500 \text{ (kN/m)}$

1 điểm

Tổng trị số các lực đẩy lên tường: $E = E_a + E_u = 1318.045 \text{ (kN/m)}$

1 điểm



Bài 2: (10 điểm)

1. Tính chiều cao cột nước trong ống đo áp tại mặt phân cách giữa hai lớp đất, vận tốc thẩm qua đất và hệ số thẩm của đất B (6 điểm):

Tổng độ chênh lệch cột áp trong thí nghiệm: $\Delta H = 0,35m$ 1 điểm

(Bằng chiều cao cột nước trong ống đo áp tại đáy lớp đất A)

35% chênh lệch cột áp bị thất thoát khi nước chảy xuyên qua mẫu đất A;
Khi nước chảy qua mẫu đất B, chênh lệch cột áp còn lại:

$$\Delta H_2 = (100 - 35)\% \Delta H = 0,2275m$$

Chiều cao cột nước trong ống đo áp tại mặt phân cách giữa hai lớp đất:

$$h = L_2 + \Delta H_2 = 0,25 + 0,2275 = 0,4775m \quad 1 \text{ điểm}$$

* Tính vận tốc thẩm nước qua đất:

Chênh lệch cột áp khi nước thẩm qua mẫu đất A:

$$\Delta H_1 = 35\% \Delta H = 0,1225m \quad 1 \text{ điểm}$$

Gradient thẩm mẫu đất A: $i_1 = \frac{\Delta H_1}{L_1}$

Vận tốc thẩm qua đất trong thí nghiệm:

$$v = v_1 = k_1 i_1 = 0,4 \cdot \frac{0,1225}{0,3} = 0,1633 \left(\frac{mm}{s} \right) \quad 1 \text{ điểm}$$

* Tính hệ số thẩm của đất B:

Vận tốc thẩm qua các mẫu đất là như nhau, theo định luật thẩm Darcy có được:

$$v_1 = v_2 \rightarrow k_1 i_1 = k_2 i_2 \quad \rightarrow k_1 \frac{\Delta H_1}{L_1} = k_2 \frac{\Delta H_2}{L_2} \quad 1 \text{ điểm}$$

Hệ số thẩm của đất B:

$$k_2 = \frac{\Delta H_1}{\Delta H_2} \cdot \frac{L_2}{L_1} k_1 = 0,1795 \left(\frac{mm}{s} \right) \quad 1 \text{ điểm}$$

2. Xác định tổng độ chênh lệch cột áp để xảy ra mất ổn định (4 điểm):

* Trọng lượng riêng đáy nổi của hai mẫu đất A và B:

$$\gamma_{dnA} = 10,303 \left(\frac{kN}{m^3} \right) \quad \gamma_{dnB} = 10,645 \left(\frac{kN}{m^3} \right)$$

Gọi ΔH , ΔH_1 , ΔH_2 lần lượt là độ chênh lệch cột nước áp tổng, độ chênh lệch cột áp khi nước thẩm qua hai mẫu đất A và B.

Theo giả thiết đề bài và kết quả tính toán tại phần 1, có được:

$$\Delta H_1 = 0,35\Delta H \quad \Delta H_2 = 0,65\Delta H \quad 1 \text{ điểm}$$

Gradient thẩm của nước qua hai mẫu đất:

$$i_1 = \frac{\Delta H_1}{L_1} = \frac{0,35}{0,3} \Delta H \quad i_2 = \frac{\Delta H_2}{L_2} = \frac{0,65}{0,25} \Delta H$$

Ứng suất hiệu quả tại đáy lớp đất A và B:

$$\sigma'_A = (\gamma_{dnA} - i_1 \gamma_n) L_1 + (\gamma_{dnB} - i_2 \gamma_n) L_2 = 5,75215 - 10\Delta H$$

$$\sigma'_B = (\gamma_{dnB} - i_2 \gamma_n) L_2 = 2,66125 - 6,5\Delta H \quad 1 \text{ điểm}$$

Khi xảy ra mất ổn định tại đáy lớp đất A:

$$\sigma'_A = 0 \rightarrow \Delta H = 0,575m \quad (a) \quad 1 \text{ điểm}$$

Khi xảy ra mất ổn định tại đáy lớp đất B:

$$\sigma'_B = 0 \rightarrow \Delta H = 0,4094m \quad (b) \quad 1 \text{ điểm}$$

Từ kết quả tính toán tại (a) và (b) đi đến kết luận:

+ Tổng chênh lệch cột áp để xảy ra mất ổn định là $\Delta H = 0,4094m$;

+ Mẫu đất B bị mất ổn định trước. 1 điểm

Bài 3: (10 điểm)

1. Không có nước trong mái dốc (5 điểm):

Xét sự ổn định của lăng thê bể rộng b như hình vẽ:

Trọng lượng của lăng thê: $W = \gamma.z.b \cos\beta$ 1 điểm

Phản lực pháp tuyến lên mặt trượt: $N = W \cos\beta$

Lực tiếp tuyến hướng xuống mái dốc: $T = W \sin\beta$ 1 điểm

Lực chống trượt hướng lên mái dốc: $R = N \tan\phi + c.b$ 1 điểm

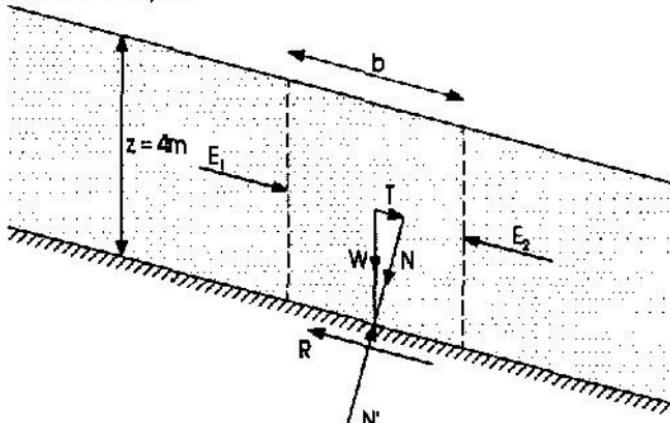
Hệ số an toàn trượt tĩnh tiến:

$$F = \frac{R}{T} = \frac{c + \gamma.z.\cos^2\beta.\tan\phi}{\gamma.z.\cos\beta.\sin\beta} \quad 1 \text{ điểm}$$

Thay số với $c = 10$ (kPa); $\gamma = 18(kN/m^3)$; $z = 4m$; $\beta = 15^\circ$; $\phi = 24^\circ$

Tính được $F = 2,217$

Khi không có nước trong mái dốc thì mái dốc ổn định với hệ số an toàn trượt tĩnh tiến $F = 2,217$ 1 điểm



2. Mực nước ngầm tại độ sâu 2m và dòng thấm song song (5 điểm):

Xét sự ổn định của lăng thể bê tông b như hình vẽ:

Trọng lượng của lăng thể:

$$W = \gamma.(z - h).b.\cos\beta + \gamma_{\text{đn}}.h.b.\cos\beta \quad 1 \text{ điểm}$$

Lực tiếp tuyến hướng xuống mái dốc: $T = W.\sin\beta$ 1 điểm

Lực chống trượt hướng lên mái dốc:

$$R = (W.\cos\beta - \gamma_{\text{đn}}.h.b.\cos^2\beta).\tan\phi + c.b \quad 1 \text{ điểm}$$

Hệ số an toàn trượt tĩnh tiến:

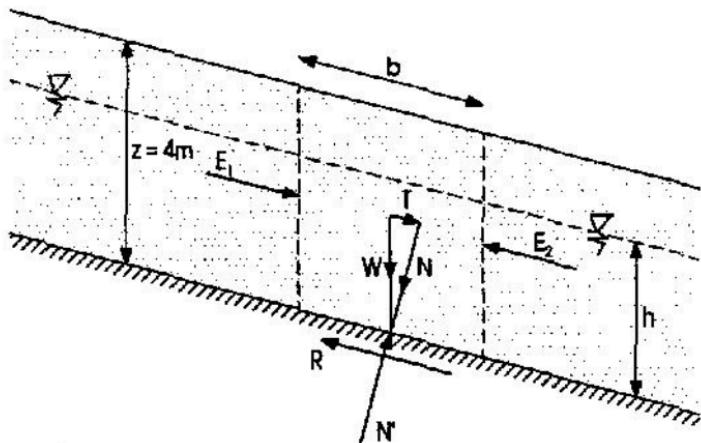
$$F = \frac{R}{T} = \frac{[\gamma.(z - h) + \gamma_{\text{đn}}.h].\cos^2\beta.\tan\phi + c}{[\gamma.(z - h) + \gamma_{\text{đn}}.h].\cos\beta.\sin\beta} \quad 1 \text{ điểm}$$

Thay số với $c = 10$ (kPa); $\gamma = 18(kN/m^3)$; $\gamma_{\text{đn}} = 20(kN/m^3)$;

$\gamma_{\text{đn}} = 10(kN/m^3)$; $z = 4m$; $h = 2m$; $\beta = 15^\circ$; $\phi = 24^\circ$

Tính được $F = 1,75$

Khi có nước ngầm tại độ sâu 2m và dòng thấm song song, mái dốc ổn định với hệ số an toàn trượt tĩnh tiến $F = 1,75$ 1 điểm

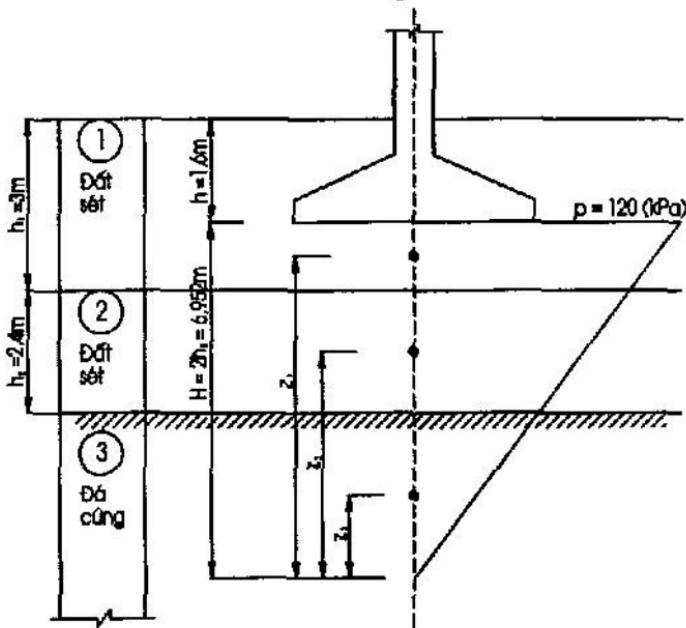


Bài 4: (10 điểm)

1. Tính độ lún tại tâm móng (6 điểm):

Chiều dày tầng tương đương: $h_s = A\omega_0 b = 3,476m$

Chiều sâu vùng chịu nén: $H = 2h_s = 6,952m$ 1 điểm



Ứng suất do trọng lượng bùn th好人đat tính đến tâm mỗi lớp đất trong phạm vi vùng chịu nén H':

$$\sigma_1^k = 35,42(kPa) \quad \sigma_2^k = 52,4(kPa)$$

Ứng suất gây lún tại tâm mỗi lớp đất trong phạm vi vùng chịu nén H':

$$\sigma_1^s = 107,92(kPa) \quad \sigma_2^s = 75,12(kPa) \quad \text{1 điểm}$$

Hệ số rỗng của lớp sét trên trước và sau khi xây dựng công trình:

$$e_{11} = 0,96 - 0,062 \ln(35,42 / 10) = 0,8816$$

$$e_{12} = 0,96 - 0,062 \ln\left(\frac{35,42 + 107,92}{10}\right) = 0,795$$

Hệ số rỗng của lớp sét dưới trước và sau khi xây dựng công trình:

$$e_{21} = 0,93 - 0,059 \ln(52,4 / 10) = 0,832$$

$$e_{22} = 0,93 - 0,059 \ln\left(\frac{52,4 + 75,12}{10}\right) = 0,78 \quad \text{1 điểm}$$

Hệ số nén lún tương đối của các lớp nền:

$$a_{o1} = 4,265 \cdot 10^{-4} kPa^{-1} \quad a_{o2} = 3,779 \cdot 10^{-4} kPa^{-1}$$

$$a_{o3} = 0 \text{ (do nền đá cứng không nén lún)} \quad \text{1 điểm}$$

Hệ số nén lún tương đối trung bình:

$$a_{om} = \frac{\sum_{i=1}^3 a_{oi} h_i z_i}{2h_s^2} = 3,178 \cdot 10^{-4} kPa^{-1} \quad \text{1 điểm}$$

Độ lún ổn định tại tâm móng:

$$S = a_{om} \cdot h_s \cdot p = 13,256 cm \quad \text{1 điểm}$$

2. Tính thời gian để nền đất đạt độ cố kết $U_t = 90\%$ (4 điểm):

Nền đá cứng không nén lún (bỏ qua tính thấm của đá), ta sử dụng sơ đồ 0-2 để xét quá trình cố kết của nền đất.

Hệ số thấm và hệ số cố kết trung bình của nền đất trong quá trình cố kết:

$$k_m = \frac{H}{\sum_{i=1}^2 \frac{h_i}{k_i}} = 3,9793 \cdot 10^{-10} m/s$$

$$C_{vm} = \frac{k_m}{a_{om} \gamma_n} = 1,252 \cdot 10^{-7} m^2/s \quad \text{1 điểm}$$

Độ cố kết theo sơ đồ 0-2:

$$U_{0-2} = \frac{2}{\alpha + 1} U_0 + \frac{\alpha - 1}{\alpha + 1} U_2$$

Trong đó:

$$U_0 = 1 - \frac{8}{\pi^2} e^{-N} \quad U_2 = 1 - \frac{16}{\pi^3} (\pi - 2) e^{-N}$$

$$\alpha = \frac{p}{\sigma_{x=h_1+h_2}^s} = \frac{120}{54,407} = 2,2056 \quad 1 \text{ điểm}$$

Cho $U_{0,2} = 90\%$ giải phương trình thu được $N = 1,9849$

1 điểm

Thời gian để nền đạt độ cổ kết yêu cầu:

$$t = \frac{4H^2}{\pi^2 C_{un}} N = 9,28757 \cdot 10^7 \text{ (s)} = 2,945 \text{ (năm)} \quad 1 \text{ điểm}$$

Ghi chú: Nếu kể đến tính thẩm của nền đá thì có thể sử dụng sơ đồ cổ kết 2, lời giải tính thời gian đạt độ cổ kết theo yêu cầu cũng được chấp nhận.

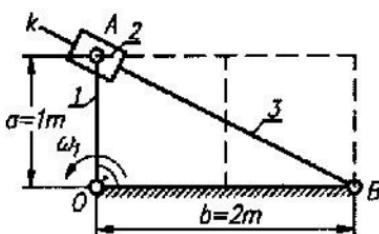
6. NGUYỄN LÝ MÁY

Bài I: [15.0 điểm]

Câu 1.1: [6.0 điểm]

a) *Bài toán vị trí* (1.0 điểm).

Khi $a=1\text{m}$, $b=2\text{m}$ và thời điểm khảo sát ứng với $\phi = \pi/2 \text{ rad}$, cơ cấu có vị trí được thể hiện trên hình 1.1a.



Hình 1.1a.

b) *Bài toán vận tốc* (2.0 điểm).

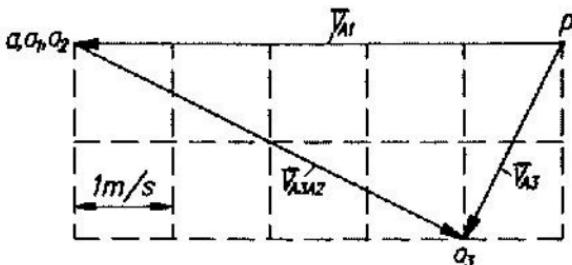
Xét các trung điểm A_1, A_2, A_3 với quan hệ vận tốc:

$$\vec{V}_{A_3} = \vec{V}_{A_2} + \vec{V}_{A_3 A_2} \quad (\vec{V}_{A_2} = \vec{V}_{A_1}) \quad (1-1)$$

$$\perp AB \quad \perp OA \quad //AB$$

$$\frac{\omega_3 \cdot l_{AB}}{(\text{?})} = \frac{\omega_1 \cdot l_{OA}}{(5\text{m/s})} = \frac{-}{(\text{?})}$$

Họa đồ vận tốc theo (E1-1) được thể hiện ở hình 1.1b.



Hình 1.1b.

Theo họa đồ: $V_{A3A2} = 2\sqrt{5}$ m/s, $V_{A3} = \sqrt{5}$ m/s. Suy ra:

$$\omega_2 = \omega_3 = \frac{V_{A3}}{l_{AB}} = \frac{\sqrt{5}}{\sqrt{5}} = 1 \text{ (rad/s)}$$

(ω_2, ω_3 ngược chiều kim đồng hồ)

c) *Bài toán gia tốc (3.0 điểm).*

Từ các quan hệ gia tốc:

$$\vec{a}_{A3} = \vec{a}_{A2} + \vec{a}_{A3A2}^C + \vec{a}_{A3A2}^r, \vec{a}_{A3} = \vec{a}_{A2}^n + \vec{a}_{A3}^t, \vec{a}_{A2} = \vec{a}_{A1} = \vec{a}_{A1}^n + \vec{a}_{A1}^t$$

ta thành lập phương trình:

$$\vec{a}_{A3}^n + \vec{a}_{A3}^t = \vec{a}_{A1}^n + \vec{a}_{A1}^t + \vec{a}_{A3A2}^C + \vec{a}_{A3A2}^r \quad (1-2)$$

$$A \rightarrow B \quad \perp AB \quad A \rightarrow O \quad \perp OA \quad 2\vec{\omega}_2 \times \vec{V}_{A3A2} \quad //Bk$$

$$\omega_3^2 l_{AB} \quad \varepsilon_3 \cdot l_{AB} \quad \omega_1^2 l_{OA} \quad \varepsilon_1 \cdot l_{OA} \quad 2\omega_2 V_{A3A2} \quad ---$$

$$(\sqrt{5}) \quad (?) \quad (25) \quad (25) \quad (4\sqrt{5}) \quad (?) \text{ (m/s}^2\text{)}$$

Họa đồ gia tốc vẽ theo (1-2) thể hiện trên hình 1.1c.

Họa đồ cho $a_{A3}^t = \sqrt{5}$ m/s², $a_{A3A2}^r = 14\sqrt{5}$ m/s².

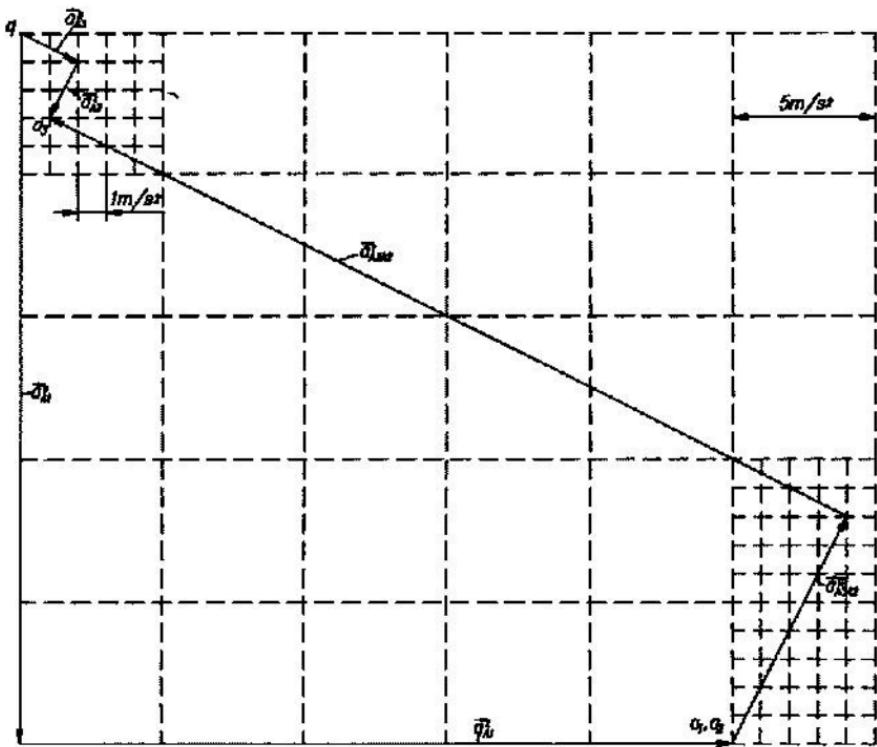
$$\text{Từ đó tìm được: } \varepsilon_2 = \varepsilon_3 = \frac{a_{A3}^t}{l_{AB}} = \frac{\sqrt{5}}{\sqrt{5}} = 1 \text{ (rad/s}^2\text{)}$$

($\varepsilon_2, \varepsilon_3$ ngược chiều kim đồng hồ)

Tại thời điểm khảo sát, khâu 2 và khâu 3 đang quay nhanh dần do vận tốc góc và gia tốc góc của chúng cùng chiều nhau.

Câu 1.2: [4.0 điểm]

Vì cơ cấu có 1 bậc tự do nên mỗi vị trí của nó tương ứng với duy nhất một điểm A trên vòng tròn quỹ đạo của nó. Vì vậy, việc tìm vị trí của cơ cấu có thể được quy về tìm vị trí tương ứng của điểm A. Xét cơ cấu ở vị trí mà yêu cầu của bài toán được thỏa mãn. Ký hiệu K ≡ P₁₃ là tâm vận tốc tức thời của khâu 1 và khâu 3.



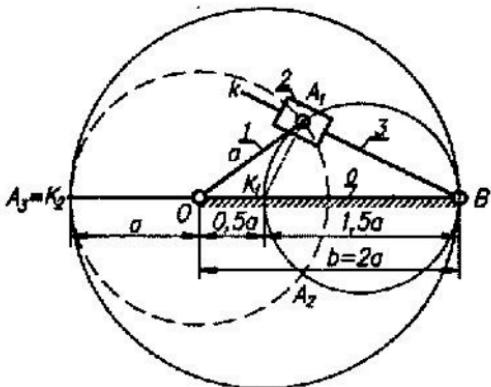
Hình 1.1c.

Khi đó, do $V_{K3} = V_{K1}$ và $|\omega_1| = 3|\omega_3|$ nên:

$$\omega_3 l_{BK} = \omega_1 l_{OK} \Rightarrow \omega_3 l_{BK} = 3\omega_3 l_{OK} \Rightarrow l_{BK} = 3l_{OK}$$

Theo đó, K là điểm chia trong (K_1) hay chia ngoài (K_2) đoạn thẳng OB theo tỷ số BK/OK=3.

Mặt khác, từ cách tìm TVT \Rightarrow K là giao điểm của đường thẳng OB với đường thẳng đi qua A và vuông góc với AB \Leftrightarrow A nhìn đoạn thẳng KB dưới một góc vuông. Vậy A là giao điểm của đường tròn tâm O, bán kính $a=OA$ và đường tròn đường kính KB. Do tồn tại 2 điểm K (K_1, K_2 trên hình 1.2), nên tồn tại 2 đường tròn đường kính KB là $(K_1B)_v$ và $(K_2B)_v$. Nhưng do đường tròn $(K_2B)_v$ tiếp xúc trong với đường tròn (O, a) tại K_2 nên chỉ có 3 vị trí của cơ cấu thỏa mãn đề bài, ứng với 3 vị trí của điểm A: $A_1, A_2, A_3 \equiv K_2$.



Hình 1.2.

Câu 1.3: [5 điểm]

Do $a=b$ nên $\omega_2 = \omega_3 = 0,5\omega_1$ ở mọi vị trí. Tại mỗi vị trí, các khâu 1 và khâu 3 quay quanh các tâm quay cố định O và B, còn khâu 2 quay quanh tâm quay tức thời $P = P_{02}$ hoàn toàn xác định. Do đó:

$$U = V_{E1}^2 + V_{E2}^2 + V_{E3}^2 = \omega_1^2 \cdot OE^2 + \omega_2^2 \cdot PE^2 + \omega_3^2 \cdot BE^2 \\ \Leftrightarrow U = 0,25\omega_1^2(4OE^2 + PE^2 + BE^2) \quad (1-3)$$

Đến đây, bài toán trở thành tìm điểm E trong mặt phẳng chuyển động để $U = 0,25\omega_1^2(4OE^2 + PE^2 + BE^2)$ có giá trị nhỏ nhất.

Ký hiệu C là điểm trong mặt phẳng thỏa mãn điều kiện:

$$\overrightarrow{OC} + \overrightarrow{PC} + \overrightarrow{BC} = \vec{0} \quad (1-4)$$

Khi đó, C nằm trên trung tuyến OM của ΔOPB (hình 1.3) và được xác định bởi hệ thức:

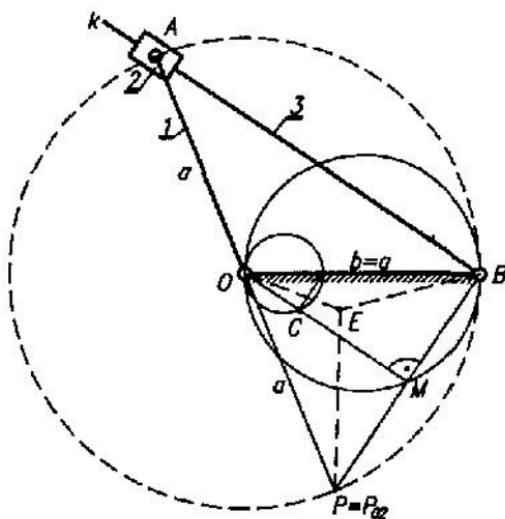
$$\overrightarrow{OC} = \frac{1}{3}\overrightarrow{OM} \quad (1-5)$$

Với điểm C ở trên ta có:

$$4OE^2 = 4\overrightarrow{OE}^2 = 4(\overrightarrow{OC} + \overrightarrow{CE})^2 = 4(OC^2 + CE^2 + 2\overrightarrow{OC} \cdot \overrightarrow{CE})$$

$$PE^2 = \overrightarrow{PE}^2 = (\overrightarrow{PC} + \overrightarrow{CE})^2 = (PC^2 + CE^2 + 2\overline{PC} \cdot \overline{CE})$$

$$BE^2 = \overrightarrow{BE}^2 = (\overrightarrow{BC} + \overrightarrow{CE})^2 = (BC^2 + CE^2 + 2\overline{BC} \cdot \overline{CE})$$



Hình 1.3.

Cộng từng vế các đẳng thức trên và chú ý đến (1-4) ta được:

$$\begin{aligned} 4OE^2 + PE^2 + BE^2 &= (4OC^2 + PC^2 + BC^2) + 6CE^2 + \\ &\quad + 2(4\overline{OC} + \overline{PC} + \overline{BC}) \cdot \overline{CE} \\ \Leftrightarrow U &= 0,25\omega_1^2 \cdot [(4OC^2 + PC^2 + BC^2) + 6CE^2] \end{aligned} \quad (1-6)$$

Với mỗi vị trí xác định của cơ cấu, 4 điểm $\{O, B, P, C\}$ là cố định nên theo (1-6), U có giá trị nhỏ nhất khi và chỉ khi $E \equiv C$. Giá trị nhỏ nhất đó bằng:

$$U_{\min} = 0,25\omega_1^2 \cdot (4OC^2 + PC^2 + BC^2) \quad (1-7)$$

Chú ý:

+ Có thể tính được OC, PC, BC (tức tính được U_{\min}) theo a, φ .

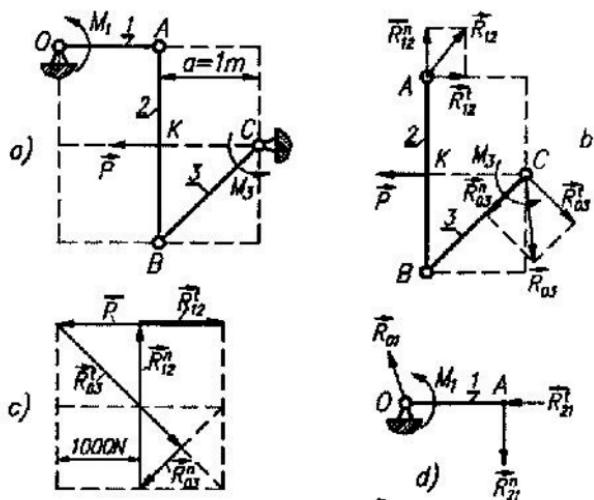
+ Khi cơ cấu chuyển động, do ΔOPB cân tại O nên M nhín

đoạn OB cố định dưới góc vuông và quỹ tích điểm M là đường tròn đường kính OB (hình 1.3). Theo hệ thức (1-5), điểm C cũng chuyển động trên một đường tròn, là ảnh của đường tròn (OB) qua phép vị tự có tâm vị tự O và tỷ số vị tự $k = 1/3$.

Bài II: [15.0 điểm]

Câu 2.1: [7.0 điểm]

Phân tích lực cơ cấu khi lực \vec{P} nằm ngang, hướng từ phải sang trái, có độ lớn $P=2000\text{N}$ và K là trung điểm của AB (hình 2.1a).



Hình 2.1.

Trình tự tiến hành như sau:

- Tách nhóm Axua hàng 2 $\{(2, 3), (A, B, C)\}$ và đặt các hoạt lực và phản lực liên kết như hình 2.1b, trong đó phân tích:

$$\tilde{R}_{12} = \tilde{R}_{12}^{\text{u}} + \tilde{R}_{12}^{\text{t}}, \quad \tilde{R}_{03} = \tilde{R}_{03}^{\text{u}} + \tilde{R}_{03}^{\text{t}}.$$

- Lập phương trình cân bằng mômen của khâu 2, khâu 3 đối với điểm B để tìm \vec{R}_{12}^t , \vec{R}_{03}^t :

$$R_{12}^t = P \cdot \frac{l_{KB}}{l_{AB}} = 2000 \cdot \frac{1}{2} = 1000 \text{ (N)},$$

$$R_{03}^t = \frac{M_3}{l_{BC}} = \frac{3000}{\sqrt{2}} = 1500\sqrt{2} \text{ (N)}$$

Chiều thực của \vec{R}_{12}^t , \vec{R}_{03}^t là chiều giả định trên hình 2.1b.

- Viết phương trình cân bằng lực của nhóm Axua:

$$\vec{R}_{12}^n + \vec{R}_{12}^t + \vec{P} + \vec{R}_{03}^t + \vec{R}_{03}^n = \vec{0}$$

và dựng họa đồ lực hình 2-1c.

- Tử họa đồ, lần lượt tìm ra:

$$R_{12}^n = 2000 \text{ N}, R_{03}^n = 500\sqrt{2} \text{ N},$$

$$R_A = R_{12} = \sqrt{(R_{12}^n)^2 + (R_{12}^t)^2} = 1000\sqrt{5} \text{ (N)},$$

$$R_C = R_{03} = \sqrt{(R_{03}^n)^2 + (R_{03}^t)^2} = 1000\sqrt{5} \text{ (N)}$$

- Tìm phản lực liên kết tại B từ điều kiện cân bằng lực của khâu 3 (hoặc khâu 2):

$$\vec{R}_{23} + \vec{R}_{03} = \vec{0} \Rightarrow \vec{R}_{23} = -\vec{R}_{03} \Rightarrow R_B = R_{23} = R_{03} = 1000\sqrt{5} \text{ (N)}$$

- Vẽ sơ đồ chịu lực của khâu dẫn 1 (hình 2.1d), với $\vec{R}_{21}^n = -\vec{R}_{12}^n$,

$$\vec{R}_{21}^t = -\vec{R}_{12}^t, \vec{R}_{01}, M_1,$$

- Lập các phương trình cân bằng lực và mômen đối với điểm O của khâu 1 để tìm \vec{R}_{01} và mômen M_1 :

$$\vec{R}_{21} + \vec{R}_{01} = \vec{0} \Rightarrow \vec{R}_{01} = -\vec{R}_{21} \Rightarrow R_O = R_{01} = R_{21} = R_{12} = 1000\sqrt{5} \text{ N}$$

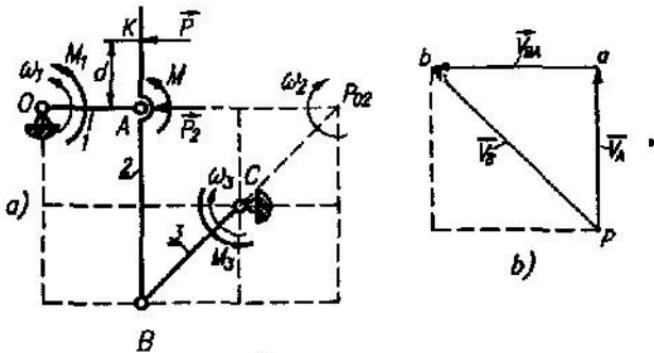
$$M_1 - R_{21}^n l_{OA} = 0 \Rightarrow M_1 = R_{21}^n l_{OA} = 2000 \cdot 1 = 2000 \text{ (Nm)}$$

Câu 2.2: [5.0 điểm]

Có thể đề xuất 3 cách giải.

Cách 1: Rời song song lực \vec{P} về điểm A và xét cân bằng công suất của hệ lực (hình 2.2).

- Gắn vào đường thẳng AB một trục với chiều dương hướng lên trên và điểm gốc là A. Giả sử điểm K nằm cách A một khoảng $AK = d \Rightarrow$ bài toán quy về tìm d để hệ lực $\{M_1, \vec{P}, M_3\}$ cân bằng.
- Rời song song lực \vec{P} về điểm A để nhận được lực $\vec{P}_1 = \vec{P}$ và mômen $M = Pd$. Lưu ý rằng M ngược chiều kim đồng hồ (dương) khi K nằm phía trên điểm A ($d > 0$); M cùng chiều kim đồng hồ (âm) khi K nằm phía dưới điểm A ($d < 0$).



Hình 2.2.

- Phương trình cân bằng công suất của hệ lực $\{M_1, \vec{P}, M_3\} \sim \{M_1, \vec{P}_1, M, M_3\}$:

$$\vec{M}_1 \cdot \vec{\omega}_1 + \vec{P}_1 \cdot \vec{V}_A + \vec{M} \cdot \vec{\omega}_2 + \vec{M}_3 \cdot \vec{\omega}_3 = 0 \quad (2-1)$$

- Bằng cách vẽ họa đồ vận tốc theo phương trình $\vec{V}_B = \vec{V}_A + \vec{V}_{BA}$ (hình 2.2b), hoặc sử dụng tâm vận tốc tức thời, ta suy ra các kết quả sau:

$$+ \vec{V}_A \perp \vec{P}_1, \vec{V}_A \perp \vec{P},$$

+ ω_2, ω_3 cùng chiều nhau và ngược chiều ω_1 ,

$$+ \text{Về trị số: } \omega_2 = \frac{1}{2}\omega_1, \omega_3 = \omega_1 \Rightarrow \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{\omega_3}{\omega_2} = 2$$

- Với những kết quả trên, phương trình (2-2) trở thành:

$$M_1\omega_1 - M\omega_2 - M_3\omega_3 = 0 \Rightarrow M = M_1\left(\frac{\omega_1}{\omega_2}\right) - M_3\left(\frac{\omega_3}{\omega_2}\right) \quad (2-4)$$

- Thay $M_1=4000\text{Nm}$, $M_3=3000\text{Nm}$ và (2-2), (2-3) vào (2-4) chúng ta tính được:

$$M = M_1\left(\frac{\omega_1}{\omega_2}\right) - M_3\left(\frac{\omega_3}{\omega_2}\right) = 4000.2 - 3000.2 = 2000 \text{ (Nm)} \quad (2-5)$$

- Từ hệ thức $M=Pd$ ta suy ra $d = M/P = 2000/2000 = 1(\text{m})$. Theo đó, điểm đặt K cần tìm nằm nằm phía trên điểm A (trên đường thẳng AB) với $AK=d=1\text{m}$.

Cách 2: Phương pháp hình học giải tích.

- Lập hệ tọa độ Oxy với trục Ox chứa OA, trục Oy thẳng đứng song song với AB.
- Vì K nằm trên đường thẳng AB nên với $d = AK$ thì $K(1; d)$. Tâm vận tốc tức thời S của khâu 2 ($S=P_{02}$) là $S(3; 0)$ (m).
- Thành lập các vectơ:
 - Vectơ lực $\vec{P} = (-P; 0)$.
 - Vectơ $\overrightarrow{SK} = (-2; d)$.
 - Vectơ vận tốc \vec{V}_K của điểm K được xác định như sau:

$$+ \vec{V}_K \perp \overrightarrow{SK} \Rightarrow \vec{V}_K = \lambda(d; 2) = (\lambda d; 2\lambda) \quad (\lambda \text{ là số thực tùy ý}),$$

$$+ V_K = \omega_2 l_{SK} = \frac{1}{2}\omega\sqrt{4+d^2} \Rightarrow \sqrt{(\lambda d)^2 + (2\lambda)^2} = \frac{1}{2}\omega\sqrt{4+d^2}$$

$$\Rightarrow \lambda = \pm \frac{1}{2}\omega.$$

$$+ \vec{V}_K \text{ thuận chiều với } \omega_2 \Rightarrow \lambda = \frac{1}{2}\omega \Rightarrow \vec{V}_K = \left(\frac{1}{2}\omega d; \omega \right)$$

(ω - vận tốc góc của khâu 1, $\omega_2 = 0,5\omega$ - vận tốc góc của khâu 2)

- Phương trình cân bằng công suất của hệ lực $\{M_1, \vec{P}, M_3\}$ tác dụng trên cơ cấu:

$$\bar{M}_1 \cdot \bar{\omega}_1 + \vec{P} \cdot \vec{V}_K + \bar{M}_3 \cdot \bar{\omega}_3 = 0 \Leftrightarrow M_1 \omega + (-P \cdot \frac{1}{2}\omega d) - M_3 \omega = 0 \quad (2-6)$$

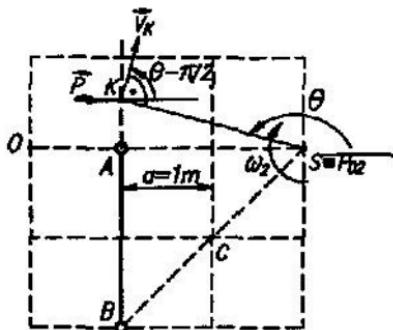
trong đó $\omega_3 = \omega_1 = \omega$ là vận tốc góc của khâu 3. Từ đây suy

$$\text{ra: } d = \frac{2(M_1 - M_3)}{P} = \frac{2(4000 - 3000)}{2000} = 1 \text{ (m)} \quad (2-7)$$

Theo đó, điểm K cần tìm nằm phía trên điểm A và cách A một khoảng bằng 1m.

Cách 3: Phương pháp hình học giải tích.

- Vẫn gọi S là tâm vận tốc tức thời tuyệt đối của khâu 2 và ký hiệu θ là góc lượng giác của vectơ \overrightarrow{SK} (góc tạo bởi vectơ \overrightarrow{SK} với tia nằm ngang đi qua S và hướng từ trái sang phải). Theo hình 2.3 (trích từ họa đồ cơ cấu) ta suy ra θ nằm trong khoảng $[\pi/2 \div 3\pi/2]$. $\triangle SAK$ vuông tại A, với $AS=2a=2\text{m}$, cho phép suy ra độ dài của SK: $l_{SK}=2a/\cos(\pi-\theta) = -2a/\cos\theta \quad (2-8)$



Hình 2.3.

- Phương trình cân bằng công suất của hệ lực tác dụng trên cơ cấu: $M_1\omega_1 + P.V_K \cos(\vec{P}, \vec{V}_K) - M_3\omega_3 = 0$ (2-9)

với ω_1, ω_3 - vận tốc góc của khâu 1, khâu 3 và:

$$V_K = \omega_2 l_{SK} = \frac{1}{2} \omega \cdot \frac{(-2a)}{\cos \theta} = -\frac{\omega a}{\cos \theta} \quad (2-10)$$

Vì \vec{P}, \vec{V}_K tạo với chiều dương trục hoành (OS) các góc lần lượt là π và $(\theta - \pi/2)$ nên:

$$(\vec{P}, \vec{V}_K) = \pi - (\theta - \pi/2) = 3\pi/2 - \theta \quad (2-11)$$

- Thay (2-10) và (2-11) vào (2-9) và rút gọn ta nhận được:

$$M_1 + Pa \tan \theta - M_3 = 0$$

Suy ra:

$$\tan \theta = \frac{M_3 - M_1}{Pa} = \frac{3000 - 4000}{2000 \cdot 1} = -\frac{1}{2},$$

$$l_{SK} = \frac{(-2a)}{\cos \theta} = \frac{-2 \cdot 1}{-2/\sqrt{5}} = \sqrt{5} \text{ (m)}$$

$$\Rightarrow l_{AK} = \sqrt{(l_{SK})^2 - (l_{AS})^2} = \sqrt{(\sqrt{5})^2 - 2^2} = 1 \text{ (m)}$$

Các công thức trên cho thấy điểm K nằm phía trên điểm A và cách A một khoảng 1m.

Câu 2.3: [3.0 điểm]

- Khi K là trung điểm của AB và $M_1=500\text{Nm}$, phương trình cân bằng công suất của hệ lực $\{M_1, \vec{P}, M_3\}$ tác dụng trên cơ cấu có dạng:

$$\vec{M}_1 \cdot \vec{\omega}_1 + \vec{P} \cdot \vec{V}_K + \vec{M}_3 \cdot \vec{\omega}_3 = 0 \quad (2-12)$$

trong đó $\vec{\omega}_1, \vec{\omega}_3$ là vectơ vận tốc góc của khâu 1 và khâu 3,

\vec{V}_K - vectơ vận tốc của điểm K.

- Bây giờ, nếu cho khâu 1 quay với vận tốc góc $\omega_1 = \omega > 0$ bất kỳ thì ta dễ dàng xác định được (chẳng hạn, bằng các

tâm vận tốc tức thời, hay nhờ họa đồ vận tốc):

$$\vec{\omega}_3 = -\vec{\omega}_1, \vec{\omega}_2 = -\frac{1}{2}\vec{\omega}_1, |\vec{V}_k| = V_k = \frac{1}{2}\sqrt{5}\omega a \quad (2-13)$$

- Theo đó, nếu ký hiệu $\alpha = (\vec{P}, \vec{V}_k)$ thì công thức (2-12) trở thành:

$$M_1\omega + P \cdot \frac{1}{2}\sqrt{5}\omega a \cos \alpha - M_3\omega = 0 \Rightarrow P = \frac{2(M_3 - M_1)}{\sqrt{5}a \cos \alpha} \quad (2-14)$$

Do $M_1=500\text{Nm}$, $M_3=3000\text{Nm}$, $a=1\text{m}$ là những đại lượng không đổi nên P nhỏ nhất $\Leftrightarrow \cos \alpha$ lớn nhất $\Leftrightarrow \cos \alpha = 1 \Leftrightarrow \alpha = 0$, nghĩa là \vec{P} cùng chiều với \vec{V}_k ($\vec{V}_k \perp \text{SK}$).

- Giá trị nhỏ nhất của P để các khâu của cơ cấu có thể cân bằng là:

$$P_{\min} = \frac{2(M_3 - M_1)}{\sqrt{5}a \cdot (\cos \alpha)_{\max}} = \frac{2(3000 - 500)}{\sqrt{5} \cdot 1 \cdot 1} = 1000\sqrt{5} \text{ (N)}$$

Bài III: [6.0 điểm]

Lập luận chung (2.0 điểm)

Gọi n_1, n_2, n_3, n_4, n_C theo thứ tự là tốc độ quay tuyệt đối (tính theo v/ph) của các bánh răng Z_1, Z_2, Z_3, Z_4 và cần C (tốc độ tuyệt đối là tốc độ so với giá).

Cho cả hệ quay thêm quanh tâm O một vận tốc góc bằng $(-n_C)$. Khi đó, tốc độ của các khâu trong chuyển động mới (hợp của chuyển động ban đầu và chuyển động bổ sung) là:

$$n'_C = n_C - n_C = 0 \quad (3-1)$$

$$n'_2 = n_2 - n_C = n_E = 1200 \text{ (vòng/phút)} \quad (3-2)$$

$$n'_1 = n_1 - n_C, n'_3 = n_3 - n_C, n'_4 = n_4 - n_C \quad (3-3)$$

Kết quả (3-1) cho thấy, trong chuyển động mới, cần C trở thành cố định và ta nhận được một hệ bánh răng thường.

Câu 3.1: (1.0 điểm)

Hệ bánh răng thường (Z_2, Z_3, Z_4) trong chuyển động mới cho:

$$i_{24}^1 = \frac{n'_2}{n'_4} = -\frac{Z_4}{Z_2} = -\frac{120}{20} = -6$$

$$\Rightarrow n'_4 = -\frac{1}{6}n'_2 = -\frac{1}{6} \cdot 1200 = -200 \text{ (vòng/phút)}$$

Do Z_4 cố định nên $n_4 = 0$. Theo đó suy ra:

$$n'_4 = n_4 - n_C = -n_C \Leftrightarrow n_C = -n'_4 = 200 \text{ (vòng/phút)}$$

Câu 3.2: (3.0 điểm)

- Giả sử đã nối động Z_4 với Z_1 sao cho hai bánh răng này quay ngược chiều nhau với cùng một giá trị tốc độ. Khi đó:

$$n_4 = -n_1 \quad (3-4)$$

- Hệ bánh răng xét trong chuyển động mới cũng cho:

$$i_{14}^1 = \frac{n'_1}{n'_4} = \frac{n_1 - n_C}{n_4 - n_C} = \frac{Z_4}{Z_3} \cdot \frac{Z_3}{Z_2} \cdot \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{Z_4}{Z_1} = \frac{120}{40} = 3 \quad (3-5)$$

Thay (3-4) vào (3-5) và suy ra:

$$2n_1 = -n_C \Leftrightarrow 2(n_1 - n_C) = -3n_C$$

$$\Leftrightarrow 2n'_1 = -3n_C \Leftrightarrow n_C = -\frac{2}{3}n'_1 \quad (3-6)$$

- Cặp bánh răng thường (Z_2, Z_1) trong chuyển động mới cho:

$$i_{21}^1 = \frac{n'_2}{n'_1} = -\frac{Z_1}{Z_2} = -\frac{40}{20} = -2 \Leftrightarrow \frac{n_E}{n'_1} = -2$$

$$\Leftrightarrow n'_1 = -\frac{1}{2}n_E = -\frac{1}{2} \cdot 1200 = -600 \text{ (vòng/phút)} \quad (3-7)$$

Thay (3-7) vào (3-6) ta nhận được tốc độ quay của cần C:

$$n_C = -\frac{2}{3}n'_1 = -\frac{2}{3} \cdot (-600) = 400 \text{ (vòng/phút)}$$

Bài IV: [4.0 điểm]

Câu 4.1: (1.0 điểm)

Cơ cấu đã cho có một bậc tự do và là cơ cấu hạng 4.

Câu 4.2: (3.0 điểm)

- Có thể giải bài toán bằng cách đổi giá để đưa cơ cấu về cơ cấu hạng 3, sau đó sử dụng các hàm số truyền. Tuy nhiên, phương pháp đơn giản hơn là sử dụng các tâm vận tốc tức thời.
- Cơ cấu có 5 khâu động nên số TVT cần xác định là 15 và bao gồm:

$$P_{01}, P_{02}, P_{03}, P_{04}, P_{05}, P_{12}, P_{13}, P_{14}, P_{15}, P_{23}, P_{24}, P_{25}, P_{34}, P_{35}, \\ P_{45}$$

Do cơ cấu đã cho có một bậc tự do nên cả 15 TVT chỉ phụ thuộc vào vị trí của cơ cấu.

- Xác định được ngay 7 tâm vận tốc tức thời:

$$P_{01} \equiv O, P_{12} \equiv A, P_{25} \equiv B, P_{23} \equiv C, P_{45} \equiv D, P_{04} \equiv E, P_{34} \rightarrow \infty \perp E_k.$$

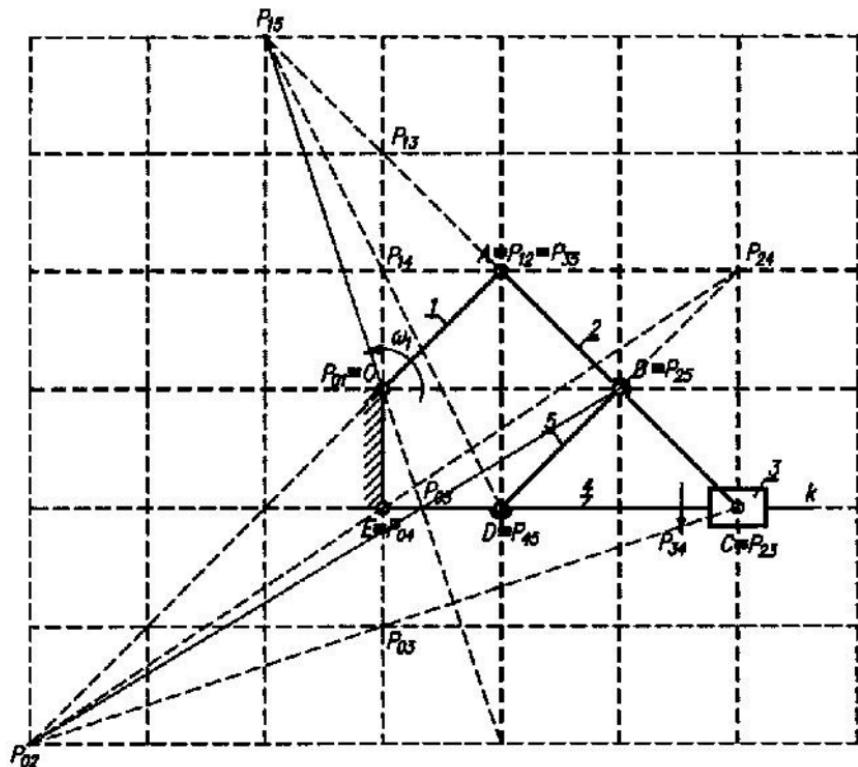
Các tâm vận tốc tức thời còn lại xác định theo thứ tự sau:

$$P_{24} = P_{23}P_{34} \cap P_{25}P_{45}, P_{35} = P_{34}P_{45} \cap P_{23}P_{35} \equiv A,$$

$$P_{14} = P_{01}P_{04} \cap P_{12}P_{24}, P_{15} = P_{12}P_{25} \cap P_{14}P_{45},$$

$$P_{13} = P_{12}P_{23} \cap P_{14}P_{34}, P_{02} = P_{01}P_{12} \cap P_{04}P_{24},$$

$$P_{03} = P_{01}P_{13} \cap P_{02}P_{23}, P_{05} = P_{01}P_{15} \cap P_{04}P_{45}.$$



Hình 4.1.

- Tìm vận tốc góc của các khâu:

- Từ $P_{12}, P_{01}, P_{02} \Rightarrow \omega_2 = \omega_1/4 = 1 \text{ rad/s}$
- Từ $P_{14}, P_{01}, P_{04} \Rightarrow \omega_3 = \omega_4 = \omega_1/2 = 2 \text{ rad/s}$
- Từ $P_{45}, P_{04}, P_{05} \Rightarrow \omega_5 = 3\omega_4/2 = 3 \text{ rad/s}$

Tất cả các vận tốc góc $\omega_2, \omega_3, \omega_4, \omega_5$ đều ngược chiều kim đồng hồ.

7. CHI TIẾT MÁY

Câu 1

1a.1 Xác định trọng tâm nhóm bu lông:

Lấy tâm bulông 4 làm gốc tọa độ: Trọng tâm nhóm bulông là điểm G nằm trên đường nằm ngang qua tâm bulông 4 (do các bulông nằm đối xứng qua đường này), hoành độ có khoảng cách x_G từ bulông 4 như sau (H.1.1):

$$x_G = \frac{x_1 A + x_2 A + x_3 A + x_4 A}{4A} = \frac{120A + 120A + 120A + 0.A}{4A} = 90\text{ mm}$$

$$y_G = 0\text{ mm}$$

- Dời lực F về trọng tâm G, ta có lực F đi qua tâm G và mômen M:

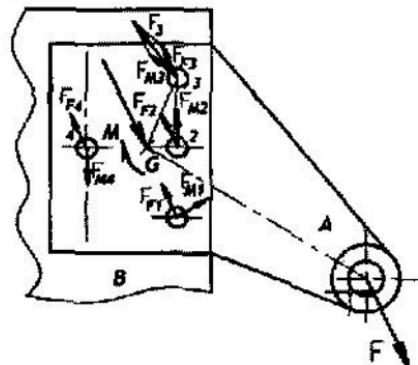
$$M = F \cos \alpha (750 + 30) - F \sin \alpha .500$$

$$M = 8000(\cos 30.780 - \sin 30.500)$$

1a.2 Lực lớn nhất tác dụng lên bu lông

Dưới tác dụng lực F, các bulông 1 - 5 chịu lực ngang bằng nhau:

$$F_{F1} = \frac{F}{4} = \frac{8000}{4} = 2000\text{ N}$$



Hình 1.1

- Lực do mômen M tác dụng lên các bulông 1, 3:

$$F_{M1} = \frac{Mr_1}{\sum r_i^2} = \frac{Mr_1}{2r_1^2 + r_2^2 + r_4^2}$$

$$\text{trong đó: } r_1 = r_3 = \sqrt{30^2 + 120^2} = 123,7\text{ mm}$$

$$r_2 = 30\text{ mm}$$

$$r_4 = 90\text{ mm}$$

Suy ra:

$$F_{M1} = F_{M3} = \frac{8000(\cos 30.780 - \sin 30.500).123,7}{2.123,7^2 + 30^2 + 30^2} = 10632,77 \text{ N}$$

- Lực tác dụng các bu lông còn lại:

$$F_{M2} = \frac{F_{M1}r_2}{r_1} = \frac{10632,77.30}{123,7} = 2578,6 \text{ N}$$

$$F_{M4} = \frac{F_{M1}r_4}{r_1} = \frac{10632,77.90}{123,7} = 7735,7 \text{ N}$$

- Trên sơ đồ lực (H.1.1) thì tải trọng tác dụng lên bulông 3 là lớn nhất:

$$\begin{aligned} F_3 &= \sqrt{F_{P3}^2 + F_{M3}^2 + 2F_{P3}F_{M3}\cos\gamma} \\ &= \sqrt{2000^2 + 10632,77^2 + 2.2000.10632,77.\cos 46} \end{aligned}$$

$$F_3 = 12107,4 \text{ N}$$

Với $\gamma = \arcsin(120/123,7) - 30 = 46^\circ$ là góc giữa 2 lực F_{P3} và F_{M3}

4a.3 Lực xiết và đường kính bu lông

- Nếu sử dụng mối ghép bulông có khe hở với hệ số an toàn $k = 1,3$ và hệ số ma sát $f = 0,25$ thì:

$$V = \frac{kF_1}{f} = \frac{1,3.12107,4}{0,25} = 62958,5 \text{ N}$$

- Đường kính d_1 của bulông được xác định:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4.1,3.V}{\pi[\sigma_k]}}$$

trong đó: $[\sigma_k] = 100 \text{ MPa}$

$$d_1 = \sqrt{\frac{4.1.3.61916,8}{\pi.100}} = 32,28 \text{ mm}$$

- 1.b Nên sắp xếp vị trí 4 bu lông như thế nào cho hợp lý hơn? Tại sao?

Sơ đồ như hình 1.2a sẽ hợp lý hơn, khi đó trọng tâm nhóm bu lông là giao điểm 2 trục đối xứng và khoảng cách từ trọng tâm G đến các bu lông như nhau. So sánh sơ đồ hình 1.2a có các ưu điểm sau so với sơ đồ hình 1.1 và 1.2b:

- Lực F_F là như nhau trong các sơ đồ
- Lực F_M giống nhau trên các bu lông và có giá trị nhỏ hơn
- Lực lớn nhất $F_{max} = F_3$ tác dụng bu lông 3 nhỏ hơn

Cụ thể:

Theo sơ đồ hình 1.2a:

- Lực F_F không đổi và bằng $F_F = 2000 \text{ N}$
- Các bu lông chịu lực như nhau và bằng:

$$F_{M1} = \frac{Mr_1}{\sum r_i^2} = \frac{M}{4r_1} = \frac{8000(\cos 30.810 - \sin 30.500)}{4\sqrt{120^2 + 60^2}} = 6730,3N$$

$$F_{M1} = F_{M2} = F_{M3} = F_{M4} = 6730,3 N.$$

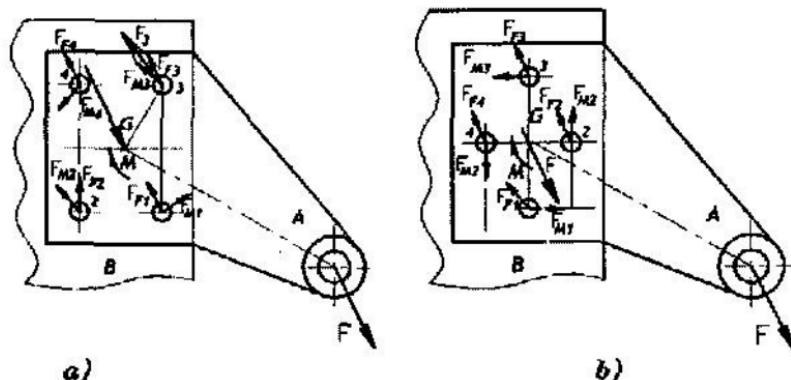
Tren so đđ lực (H.1.2) thi tải trọng tác dụng lên bulong 3 là lớn nhất:

$$F_3 = \sqrt{F_{F3}^2 + F_{M3}^2 + 2F_{F3}F_{M3} \cos \gamma}$$

$$= \sqrt{2000^2 + 6730,3^2 + 2.2000.6730,3. \cos 33,4}$$

$$F_3 = 8371,8 N$$

trong đó $\gamma = \arcsin(120/\sqrt{120^2 + 60^2}) - 30 = 33,4^0$ góc giữa F_{F3} và F_{M3} .



Hinh 1.2

Theo sơ đồ hình 1.2b

- Lực F_{F1} không đổi và bằng $F_{F1} = 2000N$
- Các bu lông 1, 3 chịu lực tác như nhau và bằng:

$$F_{M1} = F_{M3} = \frac{Mr_1}{2r_1^2 + 2r_2^2}$$

$$F_{M1} = F_{M3} = \frac{8000(810 \cos 30 - 500 \sin 30).120}{2.120^2 + 2.60^2}$$

$$F_{M1} = F_{M3} = 12039,5N$$

$$F_{M2} = F_{M4} = 6019,7N$$

Tren so đđ lực (H.1.2b) thi tải trọng tác dụng lên bulong 3 là lớn nhất:

$$F_3 = \sqrt{F_{F3}^2 + F_{M3}^2 + 2F_{F3}F_{M3} \cos \gamma}$$

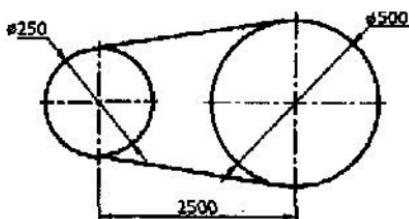
$$= \sqrt{2000^2 + 12039,5^2 + 2.2000.12039,5. \cos 60}$$

$$F_3 = 13154,03N$$

trong đó $\gamma = 60^0$.

Do đó lực lớn nhất tác dụng lên bu lông theo sơ đồ hình 1.2a là nhỏ nhất và theo sơ đồ 1.2b là lớn nhất. Do đó sơ đồ hợp lý là sơ đồ như hình 1.2a.

Câu 2



Hình 2

2.a Tính lực căng trên các nhánh đai khi làm việc (bỏ qua lực căng do lực ly tâm)

2a.1 Vận tốc đai:

$$v_1 = \frac{\pi d_1 n_1}{60000} = \frac{\pi \cdot 250 \cdot 950}{60000} = 12,44 \text{ m/s}$$

Lực vòng có ích:

$$F_t = \frac{1000P_1}{v} = \frac{1000 \cdot 6}{12,44} = 482,3 \text{ N}$$

2a.2 Lực trên các nhánh đai:

$$F_1 = F_0 + F_t/2 = 600 + 482,3/2 = 841,5 \text{ N}$$

$$F_2 = F_0 - F_t/2 = 600 - 482,3/2 = 358,85 \text{ N}$$

2.b Xác định hệ số kéo ϕ .

Hệ số kéo:

$$\phi = \frac{F_t}{2F_0} = \frac{482,3}{2 \cdot 600} = 0,402$$

2.c Dùng bánh căng đai tăng góc ôm α_1 và α_2 lên thêm 30° thì công suất truyền là bao nhiêu?

Góc ôm đai được xác định theo công thức:

$$\alpha_1 = 180 - 57 \frac{(500 - 250)}{2500} = 180 - 57 \cdot 0,1 = 174,3^\circ = 3,04 \text{ rad}$$

Góc ôm đai sau khi tăng: $\alpha_1 = 174,3 + 30 = 204,3$ độ = $3,5657$ rad

Khi đó lực vòng lớn nhất F_t có thể truyền được xác định từ điều kiện không xảy ra hiện tượng trượt trơn:

$$2F_0 \frac{e^{f\alpha_i} - 1}{e^{f\alpha_i} + 1} \geq F_i$$

$$2.600 \frac{e^{0,3,3,5657} - 1}{e^{0,3,3,5657} + 1} \geq F_i = 586,9N$$

Từ đây suy ra công suất có thể truyền lớn nhất:

$$P_t = \frac{F_t v}{1000} = \frac{586,9 \cdot 12,44}{1000} = 7,3kW$$

Câu 3 (9 đ)

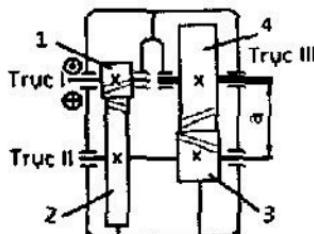
3a. Xác định góc nghiêng răng β_1 của cặp 1-2, số răng z_3, z_4 và góc nghiêng β_2 của cặp bánh răng 3-4 với $20^\circ \geq \beta_2 \geq 8^\circ$.

3a.1 Giữa khoảng cách trục a_{12} , góc nghiêng răng β_1 và módun pháp m có sự liên hệ sau:

$$a_{12} = \frac{m(z_1 + z_2)}{2 \cos \beta_1}$$

Từ đây: $\cos \beta_1 = \frac{m(z_1 + z_2)}{2a_{12}} = \frac{4(24 + 72)}{2.200} = 0,96$

Suy ra $\beta_1 = 16,26^\circ$



Hình 3.1

3a.2 Số răng và góc nghiêng bánh răng 3-4

Giữa khoảng cách trục a_{34} , góc nghiêng răng β_2 và módun pháp m có sự liên hệ sau: $a_{34} = \frac{mz_3(u+1)}{2 \cos \beta_2}$

Từ điều kiện: $20^\circ \geq \beta_2 \geq 8^\circ$ do đó: $\cos 8^\circ \geq \cos \beta_2 \geq \cos 20^\circ$

nên: $\cos 8^\circ \geq \frac{4 \cdot z_3(4+1)}{2.200} \geq \cos 20^\circ$

$$\frac{2.200 \cdot \cos 8^0}{4(4+1)} \geq z_3 \geq \frac{2.200 \cdot \cos 20^0}{4(4+1)}$$

$$19,8 \geq z_3 \geq 18,7$$

Suy ra $z_3 = 19$; $z_4 = u_{34} z_3 = 4 \cdot 19 = 76$ răng

Góc nghiêng β_2 :

$$\cos \beta_2 = \frac{mz_3(u_{34} + 1)}{2a_{34}} = \frac{4 \cdot 19(4+1)}{2.200} = 0,95,$$

suy ra $\beta_2 = 18,19^0$

3b. Nếu chọn $\psi_{ba12} = 0,25$, $\psi_{ba34} = 0,5$, chứng minh rằng khả năng tải của bộ truyền bánh răng 1-2 không dùng hết?

a) Công thức để xác định khoảng cách trực a:

$$a_{12} = 500(u_{12} + 1) \sqrt{\frac{T_I K_{H\beta}}{\psi_{ba12} [\sigma_H]^2 u_{12}}} = 500(u_{12} + 1) \sqrt{\frac{T_H K_{H\beta}}{\psi_{ba12} [\sigma_H]^2 u_{12}}}$$

$$\text{và } a_{34} = 500(u_{34} + 1) \sqrt{\frac{T_H K_{H\beta}}{\psi_{ba34} [\sigma_H]^2 u_{34}}}$$

trong đó đơn vị mômen là Nm, nếu đơn vị T là Nmm thì thay 500 bằng 50.

Sự liên hệ giữa ψ_{ba12} , ψ_{ba34} để đảm bảo độ bền đều được xác định từ:

$$500(u_{34} + 1) \sqrt{\frac{T_H K_{H\beta}}{\psi_{ba34} [\sigma_H]^2 u_{34}}} = 500(u_{12} + 1) \sqrt{\frac{T_H K_{H\beta}}{\psi_{ba12} [\sigma_H]^2 u_{12}}}$$

$$\text{Suy ra } \frac{\psi_{ba12}}{\psi_{ba34}} = \frac{(u_{12} + 1)^3 u_{34}}{(u_{34} + 1)^3 u_{12}^2} = \frac{4^3 \cdot 4}{5^3 \cdot 3^2} = 0,227,$$

$$b_{12} = 0,227 b_{34}$$

Theo sơ đồ hình 3 với số liệu ban đầu thì:

$$\frac{\psi_{ba12}}{\psi_{ba34}} = \frac{0,25}{0,5} = 0,5,$$

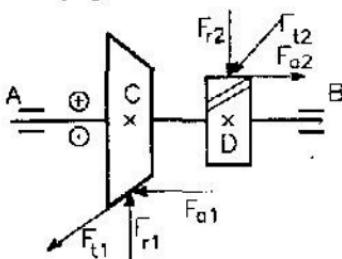
$$b_{12} = 0,5 b_{34}$$

Nên khả năng tải cấp nhanh 1-2 không dùng hết.

Câu 4 (11 đ)

4a. Phương, chiều và giá trị lực tác dụng lên các bánh răng 1 và 2

4a.1 Phương chiều lực tác dụng như hình 4.1:



Hình 4.1

4a.2 Giá trị các lực tác dụng

Giá trị các lực trên bánh răng côn bị dẫn 1:

$$F_t = \frac{2T}{d_{m1}} = \frac{2.1000000}{214,375} = 9329,4 \text{ N}$$

$$F_{t_1} = F_t \tan \alpha \sin \delta_1 = 9329,4 \cdot \tan 20 \cdot \sin 63,43 = 3037 \text{ N}$$

$$F_{r1} = F_t \tan \alpha \cos \delta_1 = 9329,4 \cdot \tan 20 \cdot \cos 63,43 = 1518,8 \text{ N}$$

Giá trị các lực trên bánh răng trụ dẫn 2:

$$F_t = \frac{2T}{d_2} = \frac{2.1000000}{120} = 16666,7 \text{ N}$$

$$F_{t_2} = F_t \tan \beta = 16666,7 \tan 18,2 = 5479,7 \text{ N}$$

$$F_{r2} = \frac{F_t \tan \alpha}{\cos \beta_2} = \frac{16666,7 \tan 20}{\cos 18,2} = 6385,7 \text{ N}$$

Mômen uốn: $M_{a1} = F_{t1} \cdot d_{m1}/2 = 3037.214,375/2 = 325528,4 \text{ Nmm}$

$$M_{a2} = F_{t2} \cdot d_2/2 = 5479,7.120/2 = 328782 \text{ Nmm}$$

4b. Phản lực và vẽ các biểu đồ mômen tác dụng lên trục II, tính đường kính trục tại tiết diện nguy hiểm.

4.b.1 Phản lực tại các ô

+ Trọng mặt phẳng ZY

- Phương trình cân bằng mômen đối với điểm B (giả sử R_{Ay} hướng từ trên xuống):

$$R_{Ay} \cdot 340 - F_{r1} \cdot 240 + F_{r2} \cdot 140 - M_{a1} - M_{a2} = 0$$

$$R_{AY} = \frac{F_{r1} \cdot 240 - F_{r2} \cdot 140 + M_{x1} + M_{x2}}{340}$$

Suy ra: $= \frac{1518,240 - 6385,7 \cdot 140 + 325528,4 + 328782}{340} = 367,1 N$

- Phương trình cân bằng lực đối với trục Y:

$$R_{AY} + F_{r2} - F_{r1} - R_{BY} = 0$$

$$R_{BY} = F_{r2} - F_{r1} + R_{AY}$$

$$= 6385,7 - 1518,8 + 367,1 = 5234 N$$

+ Trong mặt phẳng ZX

- Phương trình cân bằng mômen đối với điểm B:

$$F_{t1} \cdot 240 + F_{t2} \cdot 140 - R_{Ax} \cdot 340 = 0$$

$$R_{Ax} = \frac{F_{t1} \cdot 240 + F_{t2} \cdot 140}{340}$$

$$R_{Ax} = \frac{9329,4 \cdot 240 + 16666,7 \cdot 140}{340} = 13448,2 N$$

Phương trình cân bằng lực đối với trục X:

$$F_{t2} + F_{t1} - R_{Bx} - R_{Ax} = 0$$

$$R_{Bx} = F_{t2} + F_{t1} - R_{Ax} = 9329,4 + 16666,7 - 13448,2$$

$$R_{Bx} = 12547,9 N$$

4b.2 Biểu đồ mômen

Trên hình 4.2 ta vẽ các biểu đồ mômen uốn M_x , M_y và mômen xoắn T

4b.3 Xác định đường kính trục

4b3.1 Xác định mômen tương đương lớn nhất (tiết diện nguy hiểm)

Dựa theo các biểu đồ mômen uốn và xoắn thì mômen tương đương lớn nhất tại điểm C, theo thuyết bền thứ tư:

$$M_C = \sqrt{M_{Cx}^2 + M_{Cy}^2 + 0,75T_C^2}$$

$$= \sqrt{1756,706^2 + 732,76^2 + 0,75 \cdot 1000^2}$$

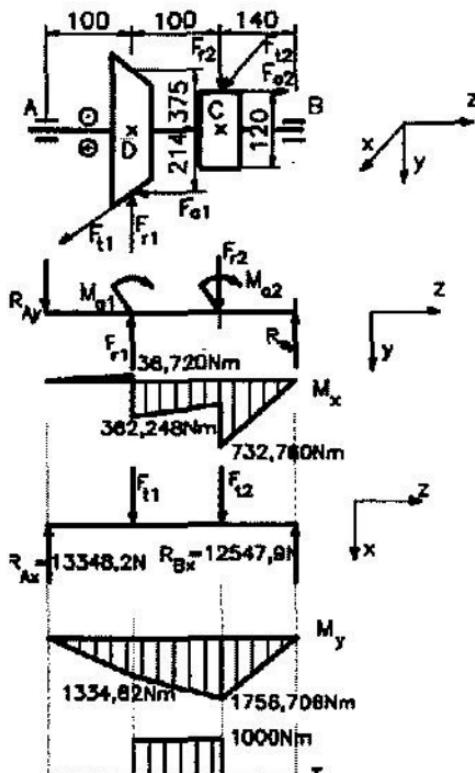
$$M_C = 2091,161 Nm$$

4b3.2 Xác định đường kính tại tiết diện nguy hiểm theo công thức:

$$d \geq \sqrt{\frac{32 \cdot M_C \cdot 10^3}{\pi \cdot [\sigma_k]}}$$

Suy ra:

$$d \geq \sqrt{\frac{32.2091.161.10^3}{\pi.120}} = 56,2 \text{ mm}$$



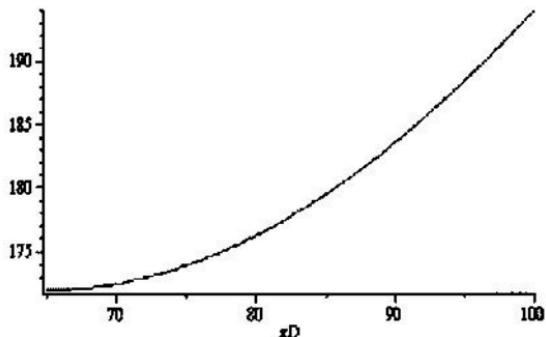
Hình 4.2

8. ỨNG DỤNG TIN HỌC TRONG CƠ HỌC

8.1. Ứng dụng tin học trong Cơ học kỹ thuật

Bài 1.	Kết quả
Véc tơ lực \mathbf{F}_R	$[-400.00, 150.00, 250.00]$
Véc tơ mômen \mathbf{M}	$[-1240.8163, 465.30612, 775.5102]$
Tọa độ điểm P	$y = 2.06122449, z = 1.16326530$

Bài 2. a) Đồ thị lực thanh CD



Bài 2. b)

	Khi $z_D = 65$
Lực liên kết tại A	$[241.258741, 276.923076, 74.5454545]$
Lực liên kết tại B	$[-87.41258741, 5.4545455]$
Lực thanh CD	172.0052290

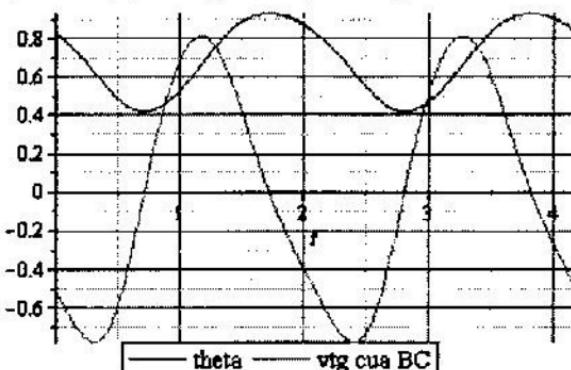
	Khi $z_D = 100$
Lực liên kết tại A	[241.258741, 276.9230769, 66.38694639]
Lực liên kết tại B	[-87.41258741, -76.1305361]
Lực thanh CD	194.0095635

Bài 3.

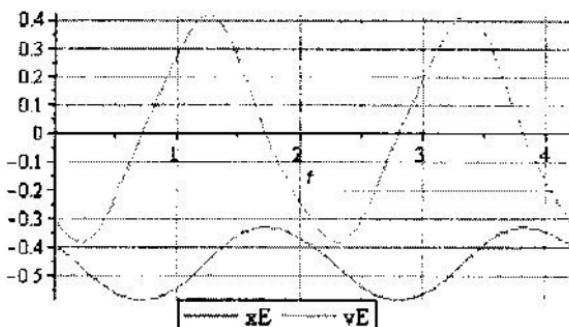
1) Trị số của góc θ và tọa độ x_E tại các vị trí của OA

TT	Khi $\phi =$	θ [rad]	x_E [m]
1	0	0.8313838745	-0.3890831278
2	$\pi/2$	0.4725503360	-0.5623283022
3	π	0.5624742389	-0.5267505899
4	$3\pi/2$	0.9094435295	-0.3413479920

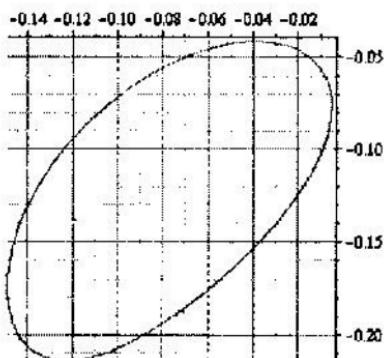
2a) Đồ thị góc $\theta(t)$ và vận tốc góc thanh BC



2b) Đồ thị di chuyển $x_E(t)$ và vận tốc của con trượt E



3) Quỹ đạo trung điểm M của AB



Bài 4.

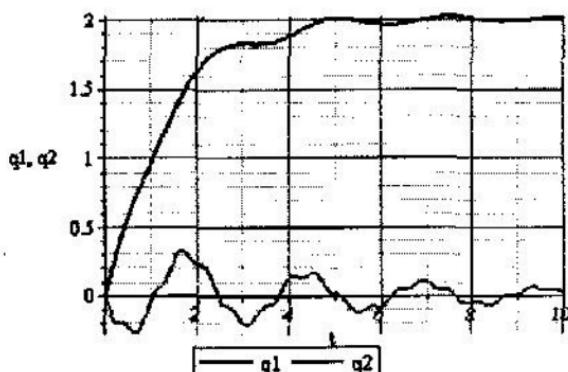
1) Các đại lượng trong biểu thức động năng

$m_{11} = m_1 + m_2$	$m_{22} = m_2 L^2$
$m_{12} = m_2 L \cos(q2)$	$m_{23} = m_2 L r \cos(q2 - q3)$
$m_{13} = m_2 r \cos(q3)$	$m_{33} = m_2 r^2 + J_2$

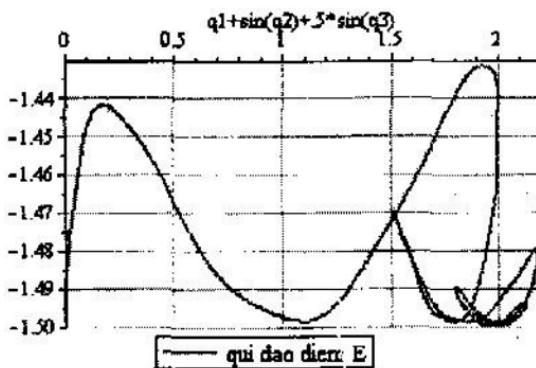
2) Giá trị các tọa độ suy rộng khi $t = 1$ s.

$x(1) =$	0.95197308699235
$\varphi(1) =$	-0.04465310552934
$\theta(1) =$	-0.15024351057738

3a) Đồ thị $x(t)$ và Đồ thị $\varphi(t)$



4) Quỹ đạo khối tâm C của tải trọng



8.2. Ứng dụng tin học trong Nguyên lý máy

Phần 1: [16đ]

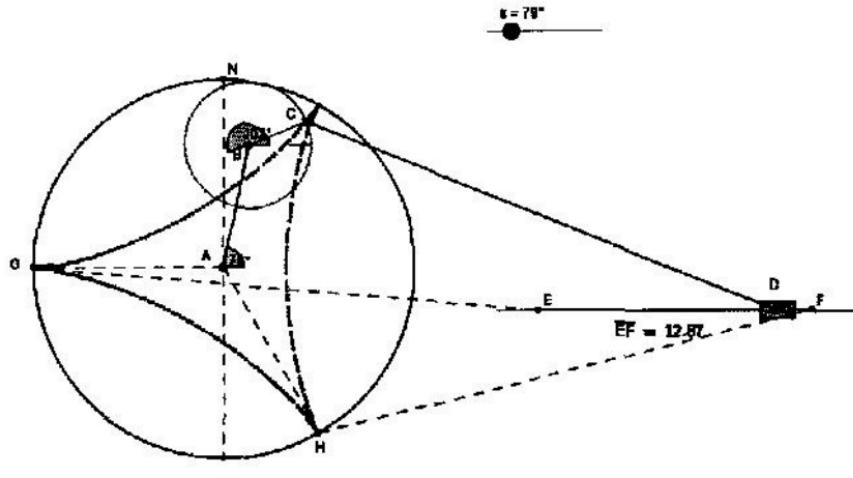
C&u 1.a : (6d)

Dựa vào công thức tỷ số truyền: $\xi_2^1 = \frac{\omega_2 - \omega_1}{\omega_2 + \omega_1} = \frac{r_s}{r_b} = 3$ (1.1)

Ta có: $\omega_3 = -2\omega_1$ (Do bánh răng 3 cố định)

Mặt khác: do khâu 1 chuyển động với $\omega_1 = \text{const}$ nên $\varphi_2 = -2\varphi_1$

Do đó, để mô phỏng chuyển động của cơ cấu ta cho cần 1 quay đều quanh A với góc quay giữa nó với phương ngang là α không đổi, đồng thời cho khâu 2 quay ngược chiều quay khâu 1 quanh B và hợp với phương ngang qua B một góc không đổi 2α (hình 1.1)



Hình 1.1

Cau 1.b: (1d)

Hiện quỹ đạo của điểm C (hình 1.1)

Cat 1.c: (3d)

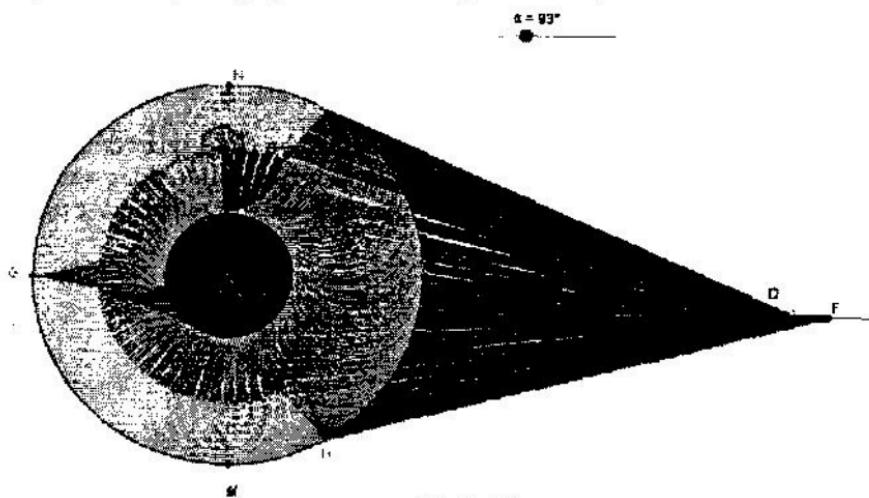
Xác định hành trình của khâu 5 (2đ)

Cho hiện quỹ đạo của điểm D ta sẽ thấy 2 vị trí biên của điểm D tương ứng với 2 vị trí biên của điểm C (bên trái và phía dưới điểm A , tức là điểm G và điểm H) với góc ở tâm A là 120° . Vì vậy, qua G và H lần lượt dựng các đường tròn bán kính $8r$ (chiều dài khâu 4), cắt phượng trục của khâu

5 tại E và F ta được 2 vị trí biên của D . Đo khoảng cách này ta được $EF = 12.87\text{cm}$ chính là hành trình của con trượt 5 (hình 1.1).

Xác định các vị trí biên của cơ cấu (1d)

Dựa vào chuyển động của cơ cấu ta thấy các vị trí biên của cơ cấu là F (biên phải), G (biên trái), N (biên trên), M (biên dưới) như trên hình 1.1. Có thể cho hiện vết chuyển động của các khâu động như hình 1.2 ta sẽ được miền chuyển động của cơ cấu cũng như các vị trí biên



Hình 1.2

Câu 1.d: (6đ)

Từ phương trình $\omega_2 = -2\omega_1$. Đạo hàm 2 về theo thời gian ta có
 $\varepsilon_2 = -2\varepsilon_1 = 0$ (do $\omega_1 = \text{const}$ nên $\varepsilon_1 = 0$)

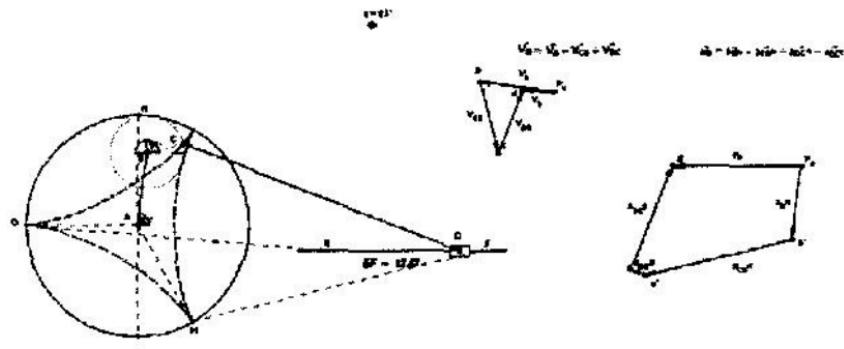
Do vậy ta dựng họa đồ vận tốc và gia tốc khâu 5 dựa vào 2 phương trình quan hệ vận tốc và gia tốc

$$\overrightarrow{V_D} = \overrightarrow{V_B} + \overrightarrow{V_{CB}} + \overrightarrow{V_{DC}} \quad (1.2)$$

$$\overrightarrow{a_D} = \overrightarrow{a''_B} + \overrightarrow{a'_B} + \overrightarrow{a''_{CB}} + \overrightarrow{a'_{CB}} + \overrightarrow{a''_{DC}} + \overrightarrow{a'_{DC}} \quad (1.3)$$

(với $a''_B = a'_CB = 0$ Do $\varepsilon_2 = \varepsilon_1 = 0$)

Ta được, họa đồ vận tốc và gia tốc con trượt như hình 1.3



Hình 1.3

Phản 2: [14đ]

Câu 2.a: (3đ)

Bánh răng vẹt tinh 2 chuyển động tịnh tiến tròn $\Leftrightarrow \omega_2 = 0$

Để thấy bánh răng 6 có bán kính $r_6 = r$

Theo công thức Willis:

$$i_{62}^1 = \frac{\omega_6 - \omega_1}{\omega_2 - \omega_1} = -\frac{r_2}{r_6} = -1. \quad (2.1)$$

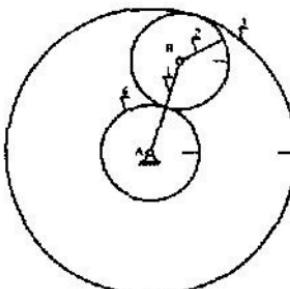
Với $\omega_2 = 0$ ta sẽ có $\omega_1 = \frac{\omega_3}{2}$

$$i_{23}^1 = \frac{\omega_2 - \omega_1}{\omega_3 - \omega_1} = \frac{r_3}{r_2} = 3. \quad (2.2)$$

Với $\omega_2 = 0$ ta sẽ có $\omega_1 = \frac{3\omega_3}{2}$

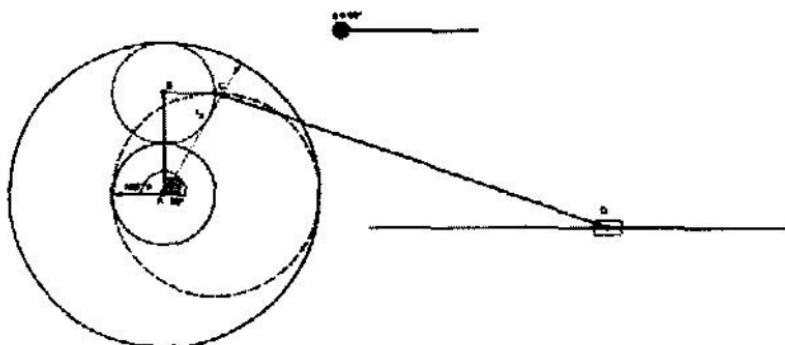
Do vậy, $\omega_6 = 3\omega_3 = 2\omega_1$ hay $\varphi_6 = 3\varphi_3 = 2\varphi_1$ (1đ)

Mô phỏng chuyển động: (2đ)



Hình 2.1

Bánh răng và bánh 2 chuyển động cùng trục tâm phân $\rightarrow \omega_2 = 0 \Rightarrow \omega_3 = 2\omega_1 = 2\omega_2$



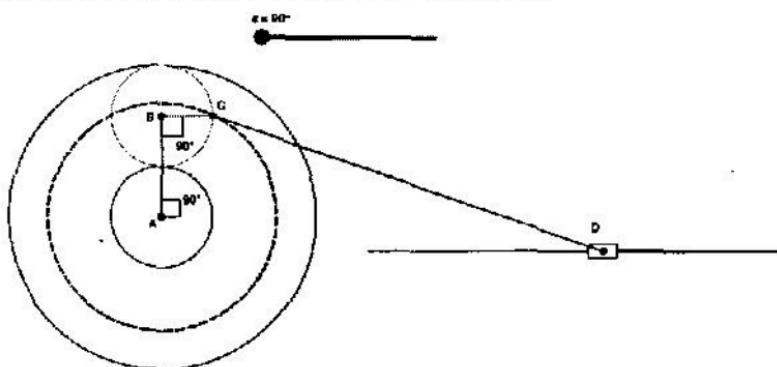
Hình 2.2

Câu 2.b: (9đ)

Bánh răng 2 quay quanh trục cố định A $\Leftrightarrow \omega_6 = \omega_1 = \omega_2 = \omega_3$ hay $\varphi_6 = \varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_3$ (1đ)

Mô phỏng chuyển động: (2đ)

Bánh răng và bánh 2 chuyển động quay quanh trục cố định qua A $\rightarrow \omega_2 = \omega_1 = \omega_3 = \omega_6$



Hình 2.3

Câu 2.c: (4đ)

Cần 1 quay cùng chiều bánh răng 6 $\Leftrightarrow \frac{\omega_1}{\omega_6} > 0$

$$i_{m3}^1 = \frac{\omega_6 - \omega_1}{\omega_3 - \omega_1} = -\frac{r_3}{r_6} = -3 \quad (2.3)$$

$$\Leftrightarrow \frac{1-m}{x-m} = -3 \text{ (với } m = \frac{\omega_1}{\omega_6}, x = \frac{\omega_3}{\omega_6}) \Leftrightarrow 1+3x=4m>0$$

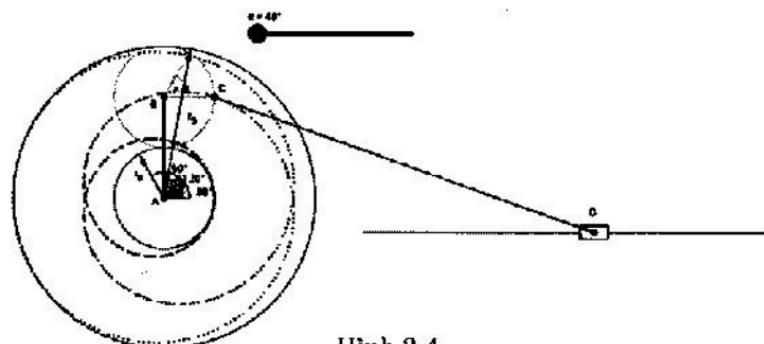
$$\Leftrightarrow x > -\frac{1}{3} \Leftrightarrow \omega_3 > -\frac{\omega_6}{3} \quad (2d)$$

Mô phỏng chuyển động: (2d)

Chọn $x = \frac{\omega_3}{\omega_6} = \frac{2}{3} > -\frac{1}{3}$ tức $\omega_3 = 2\alpha, \omega_6 = 3\alpha$ thay vào (2.3) và (2.2) ta

lần lượt được $\omega_1 = \frac{9\alpha}{4}, \omega_2 = \frac{3\alpha}{2}$. Kết quả mô phỏng

Cần 1 quay ngược chiều bánh răng 6 $\Leftrightarrow \frac{\omega_1}{\omega_6} < 0 \Leftrightarrow x = \frac{\omega_3}{\omega_6} < -\frac{1}{3}$ $\Leftrightarrow \omega_3 < -\frac{2}{3}\omega_6 = -2\alpha$, $\omega_6 = 3\alpha \Rightarrow \omega_1 = \frac{3\omega_6}{4} = \frac{9\alpha}{4}$



Hình 2.4

Câu 2.d: (4d)

Cần 1 quay ngược chiều bánh răng 6 $\Leftrightarrow \frac{\omega_1}{\omega_6} < 0$

Tương tự như trên, suy ra $x < -\frac{1}{3} \Leftrightarrow \omega_3 < -\frac{\omega_6}{3}$ (2d)

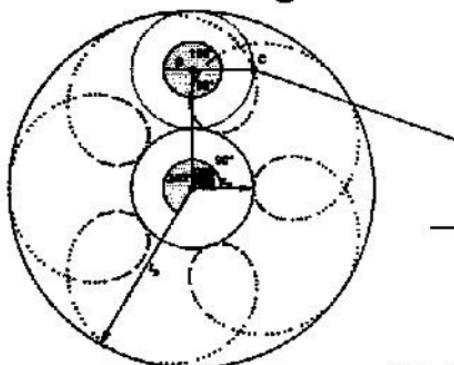
Mô phỏng chuyển động: (2d)

Chọn $x = \frac{\omega_3}{\omega_6} = -\frac{2}{3} < -\frac{1}{3}$ tức $\omega_3 = 2\alpha, \omega_6 = -3\alpha$ thay vào (2.3) và

(2.2) ta lần lượt được $\omega_1 = \frac{3\alpha}{4}, \omega_2 = \frac{9\alpha}{2}$. Kết quả mô phỏng

$$\text{Giả i phương trình: } \omega_1 + \frac{\omega_2}{\omega_3} < 0 \Leftrightarrow \omega_1 = -\frac{\omega_2}{\omega_3} < -\frac{1}{3} \rightarrow \text{đưa } x = -\frac{2}{3} \rightarrow \omega_1 = 2\omega_3, \omega_2 = -3\omega_3 \rightarrow \omega_3 = \frac{3\omega}{4}, \omega_2 = \frac{9\omega}{2}$$

$\alpha = 120^\circ$



Hình 2.5

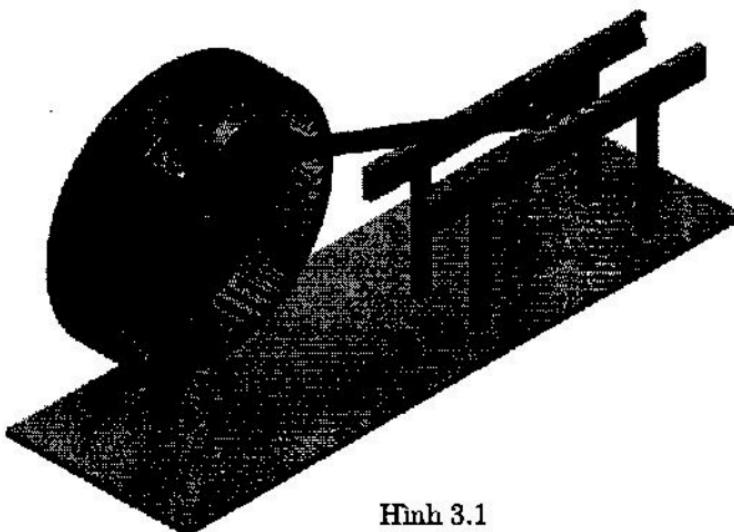
Câu 2.e:

Mô phỏng chuyển động các ý 2.a, 2.b, 2.c, 2.d được thực hiện trực tiếp ở các phần trình bày trên và cho điểm cùng với các ý đó.

Phần 3: [10đ]

Mô phỏng 3D bằng phần mềm Inventor

- Vẽ đầy đủ các chi tiết: 2đ
- Lắp ráp hoàn chỉnh: 3đ
- Mô phỏng: 3đ
- Kết cấu khả thi: 2đ

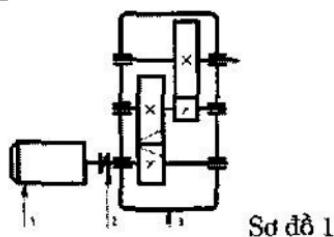


Hình 3.1

8.3. Ứng dụng tin học trong Chi tiết máy

Phần 1 Lựa chọn các phương án hợp lý (ít nhất 3 phương án) cho hệ thống truyền động cho hình 1 (ngoại trừ phương án như hình 2):

Đối với mỗi phương án chọn



Vẽ sơ đồ

Sơ đồ 1

Do tỉ số truyền chung:

$$u_m = \frac{n_{de}}{n_d} = \frac{n_{de}}{12,5} = 80 \dots 120$$

Và tỉ số truyền thùng quay cần có giá trị lớn, ví dụ chọn $u_{brm} = 8$ thì hệ thống truyền động cần có tỉ số truyền 10...15, do đó có thể chọn HGT 2 cấp hoặc 1 cấp kết hợp với 1 bộ truyền ngoài.

Để hệ thống truyền động không chạm với thùng quay và không có ràng buộc về vị trí các trục nên ta chọn các bộ truyền có trục song song nhau, do đó ưu tiên sử dụng HGT bánh răng trụ.

Công suất làm việc: $P_b = 5,5 \text{ kW}$

Số vòng quay: $n = 12,5 \text{ vg/ph}$; chọn $u_{brm} = 8$

Công suất cần thiết động cơ:

$$P_d = \frac{P_b}{\eta_{el}^3 \cdot \eta_{brm} \cdot \eta_{br1} \cdot \eta_{br2} \cdot \eta_n} = \frac{5,5}{0,99^3 \cdot 0,95 \cdot 0,98 \cdot 0,98 \cdot 1} = 6,21 \text{ kW}$$

Chọn động cơ có công suất $P = 7,5 \text{ kW}$, với số vòng quay $n_1 = 1455 \text{ vg/ph}$ hoặc $n_2 = 968 \text{ vg/ph}$.

Tùy vào công suất động cơ và số vòng quay ta có bảng phân bố tỉ số truyền như bảng 1.1

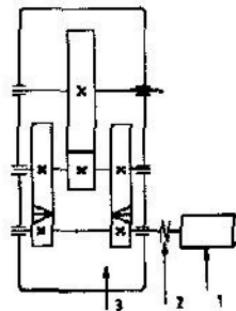
Bảng 1.1 Phân phối tỷ số truyền

Dòng cơ	Số vòng quay động cơ (vg/ph)	Tỷ số truyền chung, u_m	Bộ truyền bánh răng hở, η_{brm}	Hộp giảm tốc, η_{red}
DC1	1455	116,4	7,275	18
DC2	968	77,44	7,744	10

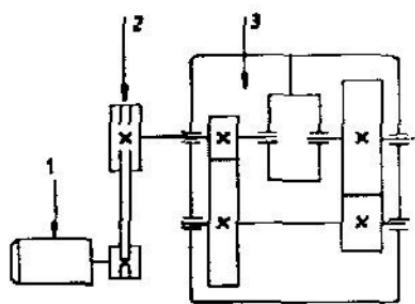
Tương tự cho các phương án còn lại.

Ví dụ một số sơ đồ có thể chọn:

Với tỉ số truyền 10...15 thì Bố trí bộ truyền đai có tỉ số truyền $u = 2,2$ sau động cơ. Với tỉ số truyền 16 thì hộp giảm tốc 3 có thể là: bánh răng 2 cấp đồng trục, khai triển, phân đôi... (vẽ các sơ đồ tương ứng).

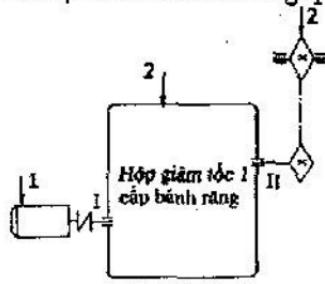


Sơ đồ 2



Sơ đồ 3

Với tỉ số truyền 10...15 thì có thể bố trí HGT 1 cấp và bộ truyền xích (vẽ các sơ đồ tương ứng). Tuy nhiên sử dụng bộ truyền xích cần chú ý kích thước đĩa xích dẫn có thể chạm để thành thùng quay.



Sơ đồ 4

Phần 2 Phàn tính toán chi tiết máy

2.1 Chọn số vòng quay và công suất động cơ, tỉ số truyền và lập bảng các thông số kỹ thuật.

Tỉ số truyền bộ truyền đai và lập bảng các thông số kỹ thuật

Công suất làm việc: $P_w = 5,5 \text{ kW}$

Số vòng quay: $n = 12,5 \text{ vg/ph}$; $v_{brm} = 8$

Công suất cần thiết động cơ và hiệu suất chung:

$$P_d = \frac{P_w}{\eta_{ot}^2 \cdot \eta_{brm} \cdot \eta_{br1} \cdot \eta_d \cdot \eta_{nt}} = \frac{5,5}{0,99^2 \cdot 0,96 \cdot 0,98 \cdot 0,98 \cdot 1} = 6,09 \text{ kW}$$

Chọn động cơ có công suất $P = 7,5 \text{ kW}$, với số vòng quay $n_{de} = 968 \text{ vg/ph}$.

+ Do tỉ số truyền chung:

$$u_{ch} = \frac{n_{dc}}{n_{ct}} = \frac{968}{12,5} = 80...120$$

Bộ động cơ	Số vòng quay động cơ, (vg/ph)	Tỷ số truyền chung, u_{ch}	Bộ truyền bánh răng hở, n_{bm}	Hộp giảm tốc, n_{mt}	Bộ truyền đai nr
ĐC	968	77,44	8	4	2,42

Kết quả tính toán các thông số kỹ thuật đưa ra trong bảng 2.1.

Bảng 2.1: Các thông số kỹ thuật của hệ thống truyền động

Thông số	Trục	Động cơ	I	II	Thùng quay
Công suất P, kW		6,09	5,78	5,61	5,5
Tỉ số truyền u		2,42		4	8
Số vòng quay n, vg/ph	968		400	100	12,5
Momen xoắn T, Nm	60,082		138	535,755	4202

2.2 Thiết kế bộ truyền đai thang

Công suất P = 6,09kW; Số vòng quay quay: n = 968 vòng/phút

Chọn đai thang loại B dựa trên công suất P và số vòng quay n; đường kính bánh đai nhỏ d₁ = 140mm

Đường kính bánh đai lớn: d₂ = u_d.d₁.(1-ξ) = 2,42.140.(1-0,01) = 335,4mm.

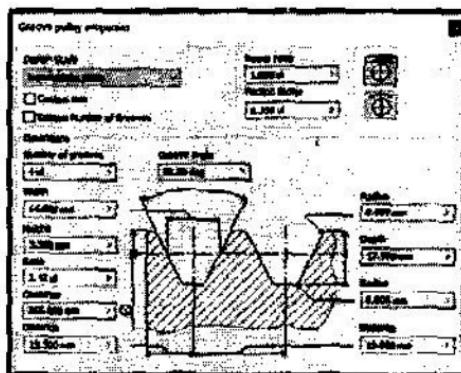
Giả sử ta chọn a = 350mm.

$$\text{Chiều dài tính toán của đai: } L = 2.a + \frac{\pi(d_1 + d_2)}{2} + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4.a} = 2.350 + \frac{\pi(140 + 335,4)}{2} + \frac{(335,4 - 140)^2}{4.350} = 1474 \text{ mm,}$$

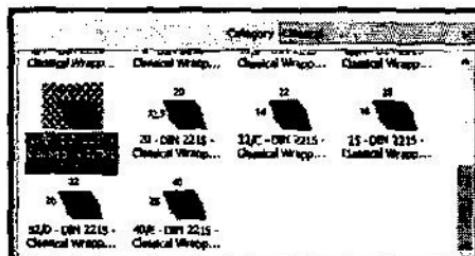
Chọn chiều dài đai theo tiêu chuẩn L = 1643 mm (theo DIN)



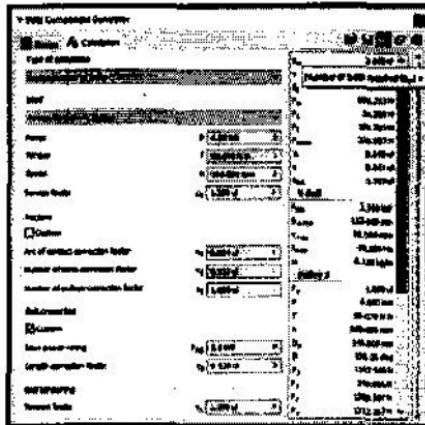
Hình 2.2.1 Nhập thông số bánh dẫn



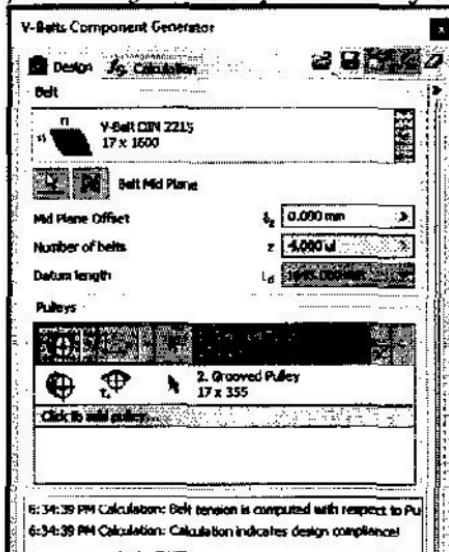
Hình 2.2.2 Nhập thông số bánh bị dẫn



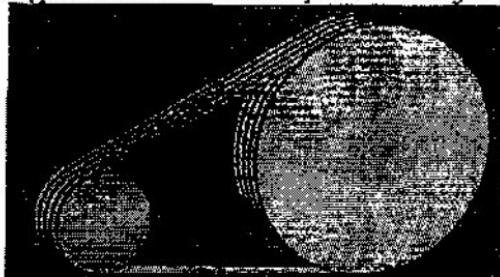
Hình 2.2.3 Chọn tiêu chuẩn và loại đói



Hình 2.2.4 Các thông số và kết quả tính trạng Calculations



Hình 2.2.5 Nhập chiều dài đai và kết quả tính trạng Design



Hình 2.2.6 Chèn bộ truyền đai và file mô hình lắp

Kết quả tính trong Autodesk Inventor trên bảng 2.2:

Bảng 2.2: Các thông số tính từ Autodesk Inventor

STT	Thông số	Kết quả
1	Loại đai	V-Belt DIN 2215 17x1543
2	Số dây đai z	4
3	Vận tốc	7,096 m/s
4	Lực căng đai ban đầu	678,8 N
5	Lực căng ban đầu trên mỗi nhánh đai, F_1	169,7 N
6	Lực căng trên 1 nhánh căng F_1	$1107,9/4 = 277N$
7	Lực căng trên 1 nhánh chùng F_2	$249,7/4 = 62,4 N$
8	Lực vòng có ích F_p	858,2 N
9	Lực tác dụng lên trục F_t	1330,5 N
10	Góc ôm đai	150,26 rad
11	Chiều dài dây đai	1643 mm
12	Bề rộng bánh đai	82 mm
13	Khoảng cách trục	418,856 mm

2.3 Thiết kế các bộ truyền bánh răng trục răng nghiêng trong hộp giảm tốc

Số liệu cho trước: + Công suất $P = 5,78kW$; Tỷ số truyền $u_{br} = 4$; Số vòng quay $n = 400$ vòng/phút; Tuổi thọ tính bằng giờ: $L_h = 12000$ giờ.

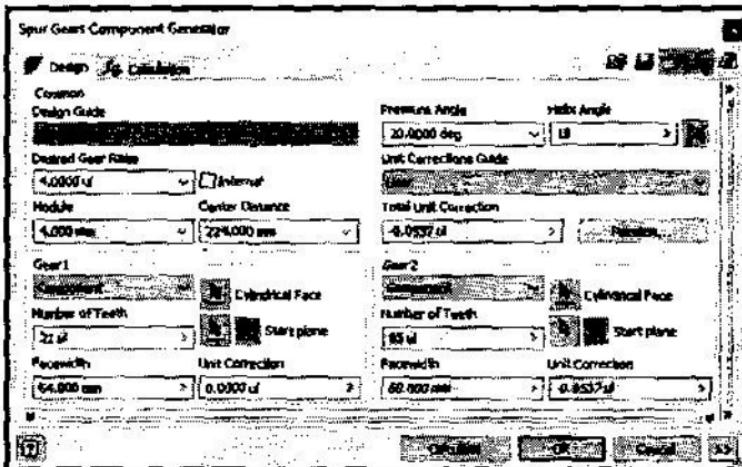
Nhập các thông số theo hình 2.3.1:

New Area Component Selection	
<input checked="" type="checkbox"/> Create As Collection	<input type="checkbox"/> Create As Collection
Number of Projects/Collections:	
<input type="checkbox"/> 1	
<input type="checkbox"/> 2	
<input type="checkbox"/> 3	
<input type="checkbox"/> 4	
<input type="checkbox"/> 5	
<input type="checkbox"/> 6	
<input type="checkbox"/> 7	
<input type="checkbox"/> 8	
<input type="checkbox"/> 9	
<input type="checkbox"/> 10	
<input type="checkbox"/> 11	
<input type="checkbox"/> 12	
<input type="checkbox"/> 13	
<input type="checkbox"/> 14	
<input type="checkbox"/> 15	
<input type="checkbox"/> 16	
<input type="checkbox"/> 17	
<input type="checkbox"/> 18	
<input type="checkbox"/> 19	
<input type="checkbox"/> 20	
<input type="checkbox"/> 21	
<input type="checkbox"/> 22	
<input type="checkbox"/> 23	
<input type="checkbox"/> 24	
<input type="checkbox"/> 25	
<input type="checkbox"/> 26	
<input type="checkbox"/> 27	
<input type="checkbox"/> 28	
<input type="checkbox"/> 29	
<input type="checkbox"/> 30	
<input type="checkbox"/> 31	
<input type="checkbox"/> 32	
<input type="checkbox"/> 33	
<input type="checkbox"/> 34	
<input type="checkbox"/> 35	
<input type="checkbox"/> 36	
<input type="checkbox"/> 37	
<input type="checkbox"/> 38	
<input type="checkbox"/> 39	
<input type="checkbox"/> 40	
<input type="checkbox"/> 41	
<input type="checkbox"/> 42	
<input type="checkbox"/> 43	
<input type="checkbox"/> 44	
<input type="checkbox"/> 45	
<input type="checkbox"/> 46	
<input type="checkbox"/> 47	
<input type="checkbox"/> 48	
<input type="checkbox"/> 49	
<input type="checkbox"/> 50	
<input type="checkbox"/> 51	
<input type="checkbox"/> 52	
<input type="checkbox"/> 53	
<input type="checkbox"/> 54	
<input type="checkbox"/> 55	
<input type="checkbox"/> 56	
<input type="checkbox"/> 57	
<input type="checkbox"/> 58	
<input type="checkbox"/> 59	
<input type="checkbox"/> 60	
<input type="checkbox"/> 61	
<input type="checkbox"/> 62	
<input type="checkbox"/> 63	
<input type="checkbox"/> 64	
<input type="checkbox"/> 65	
<input type="checkbox"/> 66	
<input type="checkbox"/> 67	
<input type="checkbox"/> 68	
<input type="checkbox"/> 69	
<input type="checkbox"/> 70	
<input type="checkbox"/> 71	
<input type="checkbox"/> 72	
<input type="checkbox"/> 73	
<input type="checkbox"/> 74	
<input type="checkbox"/> 75	
<input type="checkbox"/> 76	
<input type="checkbox"/> 77	
<input type="checkbox"/> 78	
<input type="checkbox"/> 79	
<input type="checkbox"/> 80	
<input type="checkbox"/> 81	
<input type="checkbox"/> 82	
<input type="checkbox"/> 83	
<input type="checkbox"/> 84	
<input type="checkbox"/> 85	
<input type="checkbox"/> 86	
<input type="checkbox"/> 87	
<input type="checkbox"/> 88	
<input type="checkbox"/> 89	
<input type="checkbox"/> 90	
<input type="checkbox"/> 91	
<input type="checkbox"/> 92	
<input type="checkbox"/> 93	
<input type="checkbox"/> 94	
<input type="checkbox"/> 95	
<input type="checkbox"/> 96	
<input type="checkbox"/> 97	
<input type="checkbox"/> 98	
<input type="checkbox"/> 99	
<input type="checkbox"/> 100	
<input type="checkbox"/> 101	
<input type="checkbox"/> 102	
<input type="checkbox"/> 103	
<input type="checkbox"/> 104	
<input type="checkbox"/> 105	
<input type="checkbox"/> 106	
<input type="checkbox"/> 107	
<input type="checkbox"/> 108	
<input type="checkbox"/> 109	
<input type="checkbox"/> 110	
<input type="checkbox"/> 111	
<input type="checkbox"/> 112	
<input type="checkbox"/> 113	
<input type="checkbox"/> 114	
<input type="checkbox"/> 115	
<input type="checkbox"/> 116	
<input type="checkbox"/> 117	
<input type="checkbox"/> 118	
<input type="checkbox"/> 119	
<input type="checkbox"/> 120	
<input type="checkbox"/> 121	
<input type="checkbox"/> 122	
<input type="checkbox"/> 123	
<input type="checkbox"/> 124	
<input type="checkbox"/> 125	
<input type="checkbox"/> 126	
<input type="checkbox"/> 127	
<input type="checkbox"/> 128	
<input type="checkbox"/> 129	
<input type="checkbox"/> 130	
<input type="checkbox"/> 131	
<input type="checkbox"/> 132	
<input type="checkbox"/> 133	
<input type="checkbox"/> 134	
<input type="checkbox"/> 135	
<input type="checkbox"/> 136	
<input type="checkbox"/> 137	
<input type="checkbox"/> 138	
<input type="checkbox"/> 139	
<input type="checkbox"/> 140	
<input type="checkbox"/> 141	
<input type="checkbox"/> 142	
<input type="checkbox"/> 143	
<input type="checkbox"/> 144	
<input type="checkbox"/> 145	
<input type="checkbox"/> 146	
<input type="checkbox"/> 147	
<input type="checkbox"/> 148	
<input type="checkbox"/> 149	
<input type="checkbox"/> 150	
<input type="checkbox"/> 151	
<input type="checkbox"/> 152	
<input type="checkbox"/> 153	
<input type="checkbox"/> 154	
<input type="checkbox"/> 155	
<input type="checkbox"/> 156	
<input type="checkbox"/> 157	
<input type="checkbox"/> 158	
<input type="checkbox"/> 159	
<input type="checkbox"/> 160	
<input type="checkbox"/> 161	
<input type="checkbox"/> 162	
<input type="checkbox"/> 163	
<input type="checkbox"/> 164	
<input type="checkbox"/> 165	
<input type="checkbox"/> 166	
<input type="checkbox"/> 167	
<input type="checkbox"/> 168	
<input type="checkbox"/> 169	
<input type="checkbox"/> 170	
<input type="checkbox"/> 171	
<input type="checkbox"/> 172	
<input type="checkbox"/> 173	
<input type="checkbox"/> 174	
<input type="checkbox"/> 175	
<input type="checkbox"/> 176	
<input type="checkbox"/> 177	
<input type="checkbox"/> 178	
<input type="checkbox"/> 179	
<input type="checkbox"/> 180	
<input type="checkbox"/> 181	
<input type="checkbox"/> 182	
<input type="checkbox"/> 183	
<input type="checkbox"/> 184	
<input type="checkbox"/> 185	
<input type="checkbox"/> 186	
<input type="checkbox"/> 187	
<input type="checkbox"/> 188	
<input type="checkbox"/> 189	
<input type="checkbox"/> 190	
<input type="checkbox"/> 191	
<input type="checkbox"/> 192	
<input type="checkbox"/> 193	
<input type="checkbox"/> 194	
<input type="checkbox"/> 195	
<input type="checkbox"/> 196	
<input type="checkbox"/> 197	
<input type="checkbox"/> 198	
<input type="checkbox"/> 199	
<input type="checkbox"/> 200	
<input type="checkbox"/> 201	
<input type="checkbox"/> 202	
<input type="checkbox"/> 203	
<input type="checkbox"/> 204	
<input type="checkbox"/> 205	
<input type="checkbox"/> 206	
<input type="checkbox"/> 207	
<input type="checkbox"/> 208	
<input type="checkbox"/> 209	
<input type="checkbox"/> 210	
<input type="checkbox"/> 211	
<input type="checkbox"/> 212	
<input type="checkbox"/> 213	
<input type="checkbox"/> 214	
<input type="checkbox"/> 215	
<input type="checkbox"/> 216	
<input type="checkbox"/> 217	
<input type="checkbox"/> 218	
<input type="checkbox"/> 219	
<input type="checkbox"/> 220	
<input type="checkbox"/> 221	
<input type="checkbox"/> 222	
<input type="checkbox"/> 223	
<input type="checkbox"/> 224	
<input type="checkbox"/> 225	
<input type="checkbox"/> 226	
<input type="checkbox"/> 227	
<input type="checkbox"/> 228	
<input type="checkbox"/> 229	
<input type="checkbox"/> 230	
<input type="checkbox"/> 231	
<input type="checkbox"/> 232	
<input type="checkbox"/> 233	
<input type="checkbox"/> 234	
<input type="checkbox"/> 235	
<input type="checkbox"/> 236	
<input type="checkbox"/> 237	
<input type="checkbox"/> 238	
<input type="checkbox"/> 239	
<input type="checkbox"/> 240	
<input type="checkbox"/> 241	
<input type="checkbox"/> 242	
<input type="checkbox"/> 243	
<input type="checkbox"/> 244	
<input type="checkbox"/> 245	
<input type="checkbox"/> 246	
<input type="checkbox"/> 247	
<input type="checkbox"/> 248	
<input type="checkbox"/> 249	
<input type="checkbox"/> 250	
<input type="checkbox"/> 251	
<input type="checkbox"/> 252	
<input type="checkbox"/> 253	
<input type="checkbox"/> 254	
<input type="checkbox"/> 255	
<input type="checkbox"/> 256	
<input type="checkbox"/> 257	
<input type="checkbox"/> 258	
<input type="checkbox"/> 259	
<input type="checkbox"/> 260	
<input type="checkbox"/> 261	
<input type="checkbox"/> 262	
<input type="checkbox"/> 263	
<input type="checkbox"/> 264	
<input type="checkbox"/> 265	
<input type="checkbox"/> 266	
<input type="checkbox"/> 267	
<input type="checkbox"/> 268	
<input type="checkbox"/> 269	
<input type="checkbox"/> 270	
<input type="checkbox"/> 271	
<input type="checkbox"/> 272	
<input type="checkbox"/> 273	
<input type="checkbox"/> 274	
<input type="checkbox"/> 275	
<input type="checkbox"/> 276	
<input type="checkbox"/> 277	
<input type="checkbox"/> 278	
<input type="checkbox"/> 279	
<input type="checkbox"/> 280	
<input type="checkbox"/> 281	
<input type="checkbox"/> 282	
<input type="checkbox"/> 283	
<input type="checkbox"/> 284	
<input type="checkbox"/> 285	
<input type="checkbox"/> 286	
<input type="checkbox"/> 287	
<input type="checkbox"/> 288	
<input type="checkbox"/> 289	
<input type="checkbox"/> 290	
<input type="checkbox"/> 291	
<input type="checkbox"/> 292	
<input type="checkbox"/> 293	
<input type="checkbox"/> 294	
<input type="checkbox"/> 295	
<input type="checkbox"/> 296	
<input type="checkbox"/> 297	
<input type="checkbox"/> 298	
<input type="checkbox"/> 299	
<input type="checkbox"/> 300	
<input type="checkbox"/> 301	
<input type="checkbox"/> 302	
<input type="checkbox"/> 303	
<input type="checkbox"/> 304	
<input type="checkbox"/> 305	
<input type="checkbox"/> 306	
<input type="checkbox"/> 307	
<input type="checkbox"/> 308	
<input type="checkbox"/> 309	
<input type="checkbox"/> 310	
<input type="checkbox"/> 311	
<input type="checkbox"/> 312	
<input type="checkbox"/> 313	
<input type="checkbox"/> 314	
<input type="checkbox"/> 315	
<input type="checkbox"/> 316	
<input type="checkbox"/> 317	
<input type="checkbox"/> 318	
<input type="checkbox"/> 319	
<input type="checkbox"/> 320	
<input type="checkbox"/> 321	
<input type="checkbox"/> 322	
<input type="checkbox"/> 323	
<input type="checkbox"/> 324	
<input type="checkbox"/> 325	
<input type="checkbox"/> 326	
<input type="checkbox"/> 327	
<input type="checkbox"/> 328	
<input type="checkbox"/> 329	
<input type="checkbox"/> 330	
<input type="checkbox"/> 331	
<input type="checkbox"/> 332	
<input type="checkbox"/> 333	
<input type="checkbox"/> 334	
<input type="checkbox"/> 335	
<input type="checkbox"/> 336	
<input type="checkbox"/> 337	
<input type="checkbox"/> 338	
<input type="checkbox"/> 339	
<input type="checkbox"/> 340	
<input type="checkbox"/> 341	
<input type="checkbox"/> 342	
<input type="checkbox"/> 343	
<input type="checkbox"/> 344	
<input type="checkbox"/> 345	
<input type="checkbox"/> 346	
<input type="checkbox"/> 347	
<input type="checkbox"/> 348	
<input type="checkbox"/> 349	
<input type="checkbox"/> 350	
<input type="checkbox"/> 351	
<input type="checkbox"/> 352	
<input type="checkbox"/> 353	
<input type="checkbox"/> 354	
<input type="checkbox"/> 355	
<input type="checkbox"/> 356	
<input type="checkbox"/> 357	
<input type="checkbox"/> 358	
<input type="checkbox"/> 359	
<input type="checkbox"/> 360	
<input type="checkbox"/> 361	
<input type="checkbox"/> 362	
<input type="checkbox"/> 363	
<input type="checkbox"/> 364	
<input type="checkbox"/> 365	
<input type="checkbox"/> 366	
<input type="checkbox"/> 367	
<input type="checkbox"/> 368	
<input type="checkbox"/> 369	
<input type="checkbox"/> 370	
<input type="checkbox"/> 371	
<input type="checkbox"/> 372	
<input type="checkbox"/> 373	
<input type="checkbox"/> 374	
<input type="checkbox"/> 375	
<input type="checkbox"/> 376	
<input type="checkbox"/> 377	
<input type="checkbox"/> 378	
<input type="checkbox"/> 379	
<input type="checkbox"/> 380	
<input type="checkbox"/> 381	
<input type="checkbox"/> 382	
<input type="checkbox"/> 383	
<input type="checkbox"/> 384	
<input type="checkbox"/> 385	
<input type="checkbox"/> 386	
<input type="checkbox"/> 387	
<input type="checkbox"/> 388	
<input type="checkbox"/> 389	
<input type="checkbox"/> 390	
<input type="checkbox"/> 391	
<input type="checkbox"/> 392	
<input type="checkbox"/> 393	
<input type="checkbox"/> 394	
<input type="checkbox"/> 395	
<input type="checkbox"/> 396	
<input type="checkbox"/> 397	
<input type="checkbox"/> 398	
<input type="checkbox"/> 399	
<input type="checkbox"/> 400	
<input type="checkbox"/> 401	
<input type="checkbox"/> 402	
<input type="checkbox"/> 403	
<input type="checkbox"/> 404	
<input type="checkbox"/> 405	
<input type="checkbox"/> 406	
<input type="checkbox"/> 407	
<input type="checkbox"/> 408	
<input type="checkbox"/> 409	
<input type="checkbox"/> 410	
<input type="checkbox"/> 411	
<input type="checkbox"/> 412	
<input type="checkbox"/> 413	
<input type="checkbox"/> 414	
<input type="checkbox"/> 415	
<input type="checkbox"/> 416	
<input type="checkbox"/> 417	
<input type="checkbox"/> 418	
<input type="checkbox"/> 419	
<input type="checkbox"/> 420	
<input type="checkbox"/> 421	
<input type="checkbox"/> 422	
<input type="checkbox"/> 423	
<input type="checkbox"/> 424	
<input type="checkbox"/> 425	
<input type="checkbox"/> 426	
<input type="checkbox"/> 427	
<input type="checkbox"/> 428	
<input type="checkbox"/> 429	
<input type="checkbox"/> 430	
<input type="checkbox"/> 431	
<input type="checkbox"/> 432	
<input type="checkbox"/> 433	
<input type="checkbox"/> 434	
<input type="checkbox"/> 435	
<input type="checkbox"/> 436	
<input type="checkbox"/> 437	
<input type="checkbox"/> 438	
<input type="checkbox"/> 439	
<input type="checkbox"/> 440	
<input type="checkbox"/> 441	
<input type="checkbox"/> 442	
<input type="checkbox"/> 443	
<input type="checkbox"/> 444	
<input type="checkbox"/> 445	
<input type="checkbox"/> 446	
<input type="checkbox"/> 447	
<input type="checkbox"/> 448	
<input type="checkbox"/> 449	
<input type="checkbox"/> 450	
<input type="checkbox"/> 451	
<input type="checkbox"/> 452	
<input type="checkbox"/> 453	
<input type="checkbox"/> 454	
<input type="checkbox"/> 455	
<input type="checkbox"/> 456	
<input type="checkbox"/> 457	
<input type="checkbox"/> 458	
<input type="checkbox"/> 459	
<input type="checkbox"/> 460	
<input type="checkbox"/> 461	
<input type="checkbox"/> 462	
<input type="checkbox"/> 463	
<input type="checkbox"/> 464	
<input type="checkbox"/> 465	
<input type="checkbox"/> 466	
<input type="checkbox"/> 467	
<input type="checkbox"/> 468	
<input type="checkbox"/> 469	
<input type="checkbox"/> 470	
<input type="checkbox"/> 471	
<input type="checkbox"/> 472	
<input type="checkbox"/> 473	
<input type="checkbox"/> 474	
<input type="checkbox"/> 475	
<input type="checkbox"/> 476	
<input type="checkbox"/> 477	
<input type="checkbox"/> 478	
<input type="checkbox"/> 479	
<input type="checkbox"/> 480	
<input type="checkbox"/> 481	
<input type="checkbox"/> 482	
<input type="checkbox"/> 483	
<input type="checkbox"/> 484	
<input type="checkbox"/> 485	
<input type="checkbox"/> 486	
<input type="checkbox"/> 487	
<input type="checkbox"/> 488	
<input type="checkbox"/> 489	
<input type="checkbox"/> 490	
<input type="checkbox"/> 491	
<input type="checkbox"/> 492	
<input type="checkbox"/> 493	
<input type="checkbox"/> 494	
<input type="checkbox"/> 495	
<input type="checkbox"/> 496	
<input type="checkbox"/> 497	
<input type="checkbox"/> 498	
<input type="checkbox"/> 499	
<input type="checkbox"/> 500	
<input type="checkbox"/> 501	
<input type="checkbox"/> 502	
<input type="checkbox"/> 503	
<input type="checkbox"/> 504	
<input type="checkbox"/> 505	
<input type="checkbox"/> 506	
<input type="checkbox"/> 507	
<input type="checkbox"/> 508	
<input type="checkbox"/> 509	
<input type="checkbox"/> 510	
<input type="checkbox"/> 511	
<input type="checkbox"/> 512	
<input type="checkbox"/> 513	
<input type="checkbox"/> 514	
<input type="checkbox"/> 515	
<input type="checkbox"/> 516	
<input type="checkbox"/> 517	
<input type="checkbox"/> 518	
<input type="checkbox"/> 519	
<input type="checkbox"/> 520	
<input type="checkbox"/> 521	
<input type="checkbox"/> 522	
<input type="checkbox"/> 523	
<input type="checkbox"/> 524	
<input type="checkbox"/> 525	
<input type="checkbox"/> 526	
<input type="checkbox"/> 527	
<input type="checkbox"/> 528	
<input type="checkbox"/> 529	
<input type="checkbox"/> 530	
<input type="checkbox"/> 531	
<input type="checkbox"/> 532	
<input type="checkbox"/> 533	
<input type="checkbox"/> 534	
<input type="checkbox"/> 535	
<input type="checkbox"/> 536	
<input type="checkbox"/> 537	
<input type="checkbox"/> 538	
<input type="checkbox"/> 539	
<input type="checkbox"/> 540	
<input type="checkbox"/> 541	
<input type="checkbox"/> 542	
<input type="checkbox"/> 543	
<input type="checkbox"/> 544	
<input type="checkbox"/> 545	
<input type="checkbox"/> 546	
<input type="checkbox"/> 547	
<input type="checkbox"/> 548	
<input type="checkbox"/> 549	
<input type="checkbox"/> 550	
<input type="checkbox"/> 551	
<input type="checkbox"/> 552	
<input type="checkbox"/> 553	
<input type="checkbox"/> 554	
<input type="checkbox"/> 555	
<input type="checkbox"/> 556	
<input type="checkbox"/> 557	
<input type="checkbox"/> 558	
<input type="checkbox"/> 559	
<input type="checkbox"/> 560	
<input type="checkbox"/> 561	
<input type="checkbox"/> 562	
<input type="checkbox"/> 563	

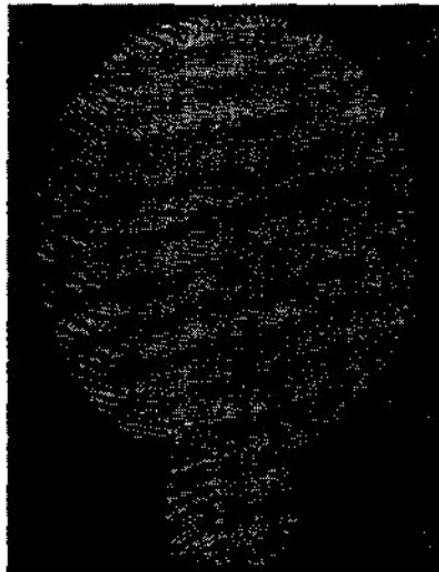
Hình 2.3.1 Các thông số trong tab Calculation

Factors of additional Load		Contact		Bending		Results	
Application Factor		K _{app}	1.200 d	Z ₁		F _d	159.532 d
Dynamic Factor		K _{dy}	1.000 d	Z ₂	1.000 d	F _r	1.607 d
Force Load Factor		K _{fl}	1.320 d	Z ₃	1.871 d	F _w	4.810 d
Transverse Load Factor		K _{tr}	1.000 d	Z ₄	1.303 d	F _{sw}	1.448 d
One-sided Overloading Factor		K _{os}	1.000 d	Z ₅		F _{sw'}	5.050 d
Factors for Contact		K _{app}		Z ₁		F _d	
Zone Factor		Z ₁		Z ₂		F _r	
Contact Ratio Factor		T _{fl}	2.855 d	Z ₃		F _w	5.710 d
Single Pair Tooth Contact Factor		Z ₄	3.070 d	Z ₄	1.000 d	F _{sw}	1.327 d
Life Factor		Z ₅	1.000 d	Z ₅	1.000 d	F _{sw'}	10.654 d
Lubricant Factor		Z ₁	0.942 d	Z ₁			
Roughness Factor		Z ₂	1.000 d	Z ₂			
Velocity Factor		Z ₃	1.000 d	Z ₃			
Helix Angle Factor		Z ₄	1.000 d	Z ₄	1.000 d		
Size Factor		Z ₅	1.000 d	Z ₅			
Work Hardening Factor							
Factors for Bending		T _{fl}		T _{sw}		F _d	
Form Factor		T _{fl}	2.750 d	T _{sw}	2.750 d	F _r	1.607 d
Sliding Contact Factor		T _{fl}	1.590 d	T _{sw}	1.744 d	F _w	4.810 d
Teeth with Grinding Residual Factor		T _{fl}	1.000 d	T _{sw}	1.000 d	F _{sw}	1.448 d
Helix angle factor		T _{fl}	1.000 d	T _{sw}	0.995 d	F _{sw'}	5.050 d
Contact Ratio Factor		T _{fl}	1.000 d	T _{sw}	1.000 d		
Alternating Load Factor		T _{fl}	1.000 d	T _{sw}	1.000 d		
Production Technology Factor		T _{fl}	1.000 d	T _{sw}	1.000 d		
Life Factor		T _{fl}	1.000 d	T _{sw}	1.000 d		
New Condition Factor		T _{fl}	1.206 d	T _{sw}	1.223 d		
Size Factor		T _{fl}	1.000 d	T _{sw}	1.000 d		
Tool Root Surface Factor		T _{fl}	1.000 d	T _{sw}	1.000 d		
		F _d = 1.000 d		Size Factor (T _{sw}) = 1.000 d			
<input checked="" type="checkbox"/> Load Factors						DE	
						Cancel	

Hình 2.3.2: Các hệ số nhập theo yêu cầu của đề



Hình 2.3.3 Các thông số trong tab Design



Hình 2.3.4: Mô hình bộ truyền bánh răng theo yêu cầu thiết kế
+ Bảng kết quả tính đưa ra trong bảng 2.3

Bảng 2.3: Các thông số bộ truyền bánh răng

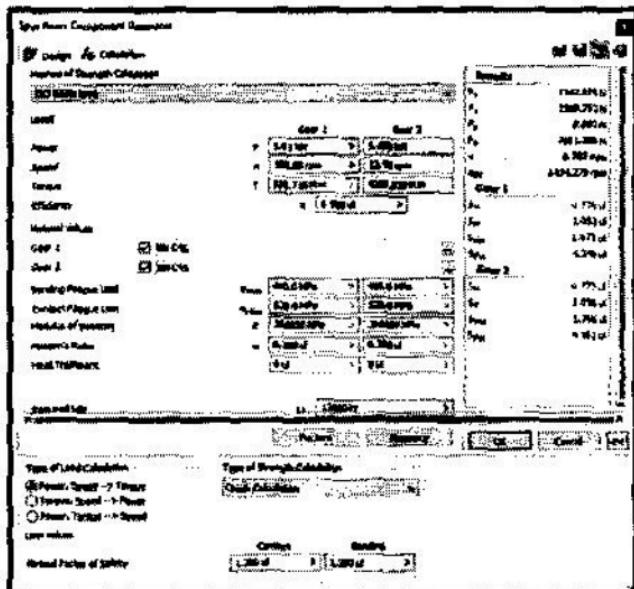
STT	THÔNG SỐ	Kết quả
1	Chọn vật liệu	37Cr4 Heat Treated
2	Tính khoảng cách trục	224 mm
3	Module m	4 mm
4	Số răng z_1	21
5	Số răng z_2	85
6	Đường kính vòng chia d_1	88,84 mm
7	Khoảng dịch chỉnh	-0,0537
8	Đường kính vòng chia d_2	359,59 mm
9	Chiều rộng vành răng b_1	64 mm
10	Chiều rộng vành răng b_2	60 mm
11	Lực hướng tâm F_r	1188 N
12	Lực tiếp tuyến F_t	3109,4 N
13	Lực dọc trực F_a	1070,7 N
14	Vận tốc vòng của bánh răng	1,861 m/s
15	Góc nghiêng, độ	19

2.4 Chọn các thông số bộ truyền bánh trụ răng thẳng để hở và tính toán kiểm nghiệm

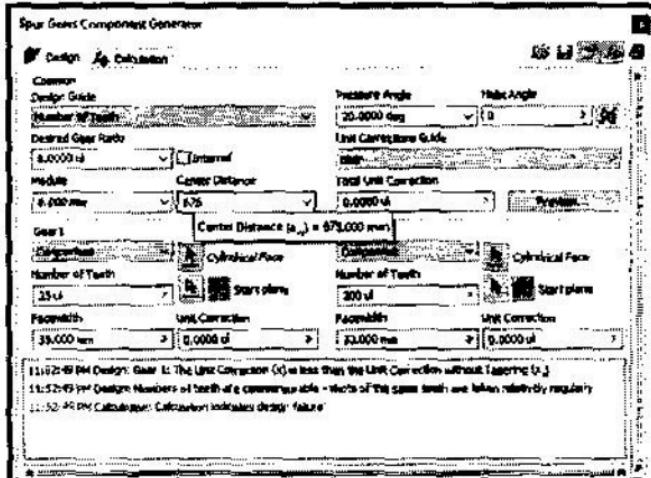
Do bộ truyền bánh răng trụ để hở do đó tính toán theo độ bền uốn. Khi đó chỉ cần thỏa mãn điều kiện bền uốn. Không cần kiểm nghiệm theo độ bền tiếp xúc.

Đường kính vòng chia bánh răng lắp trên thùng quay $d_4 = 1200$ mm. Tỉ số truyền cặp bánh răng để hở $u_{b2} = 8$. Do đó $d_3 = 1200/8 = 150$ mm. Khi đó khoảng cách trục $a = (1200 + 150)/2 = 675$ mm.

Chọn mô đun m là số sẽ là mà bội số của nó là 150 với ràng buộc $z_3 > 17$ thì $m < 8,8$. Để thỏa mãn 2 điều kiện trên và m tiêu chuẩn ta chọn $m = 5$ hoặc 6.



Hình 2.4.1 Nhập các thông số đầu vào



Hình 2.4.2 Kết quả tính

Nếu $m = 6$, thì $b_1 \geq 35 \text{ mm}$, $b_2 \geq 32$ thỏa mãn điều kiện $s_{F1} = 2,053$, $s_{F2} = 2,036$ thỏa mãn điều kiện $s_F \geq 2$.

Nếu $m = 5$, thì $b_1 \geq 42 \text{ mm}$, $b_2 \geq 42$ thỏa mãn điều kiện $s_{F1} = 2,053$, $s_{F2} = 2,227$ thỏa mãn điều kiện $s_F \geq 2$. Ta chọn $m = 6$ và $b_1 = 35$, $b_2 = 32$.



Hình 2.4.3 Mô hình cấp bánh răng trụ răng thẳng

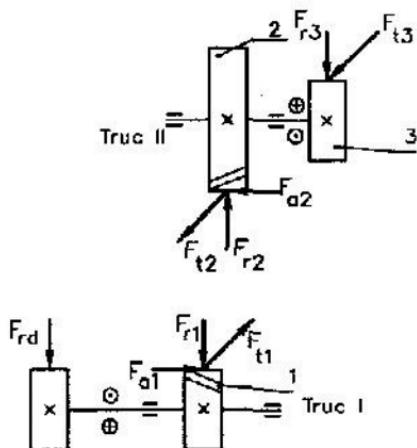
+ Kết quả tính trình bày trong bảng 2.4:

Bảng 2.4: Các thông số bộ truyền bánh răng

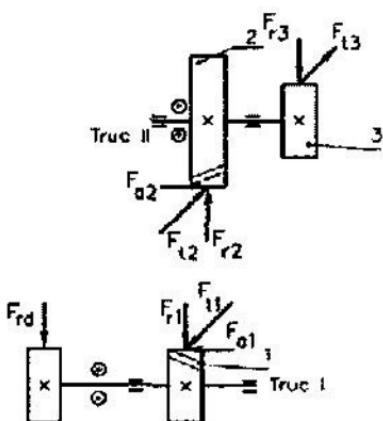
STT	THÔNG SỐ	Kết quả
1	Chọn vật liệu	EN C45
2	Tính khoảng cách trực	675 mm
3	Module m	6 mm
4	Số răng z_1	25
5	Số răng z_2	200
6	Đường kính vòng chia d_3	150 mm
7	Đường kính vòng chia d_4	1200 mm
8	Chiều rộng vành răng b_1	35 mm
9	Chiều rộng vành răng b_2	32 mm
10	Lực hướng tam $F_{r3} = F_{r4}$	2599,79 N
11	Lực tiếp tuyến $F_{t3} = F_{t4}$	7142,87 N
12	Lực dọc trực $F_{a1} = F_{r2}$	0 N
13	Vận tốc vòng của bánh răng	0,785 m/s

2.5 Thiết kế các trục I, II của hộp giảm tốc và chọn then

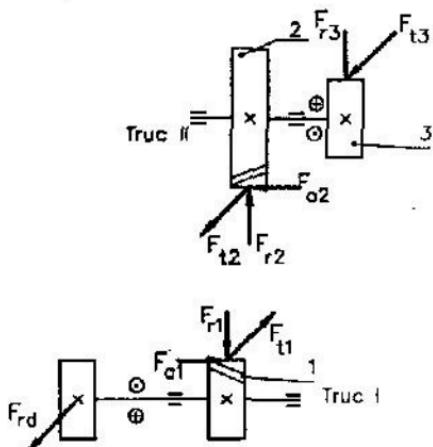
2.5.a Sơ đồ phân tích lực:



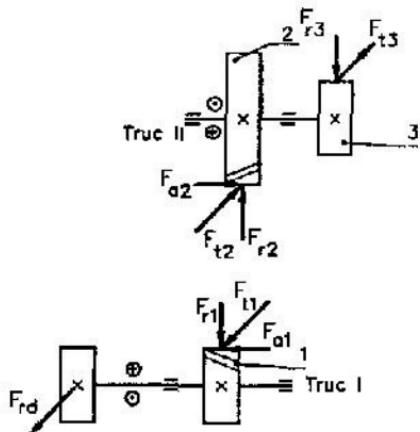
a) Sơ đồ 1



b) Sơ đồ 2



c) Sơ đồ 3



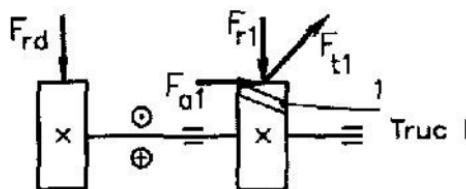
d) Sơ đồ 4

Hình 2.5a.1 Các sơ đồ phân tích lực tác dụng

Tính theo sơ đồ 1

2.5b. Trục I và then

Mô men xoắn	+ Lực tác dụng lên trục do bộ truyền đai	+ Lực tác dụng lên bộ truyền bánh răng trụ
138 Nm	$F_{rd} = 1330,5 \text{ N}$ (từ kết quả tính bộ truyền đai)	Lực hướng tâm $F_{n1} = 1188 \text{ N}$ Lực tiếp tuyến $F_{t1} = 3109,4 \text{ N}$ Lực dọc trục $F_{a1} = 1070,7 \text{ N}$ Mô men uốn $M_{q1} = 47,325 \text{ Nm}$

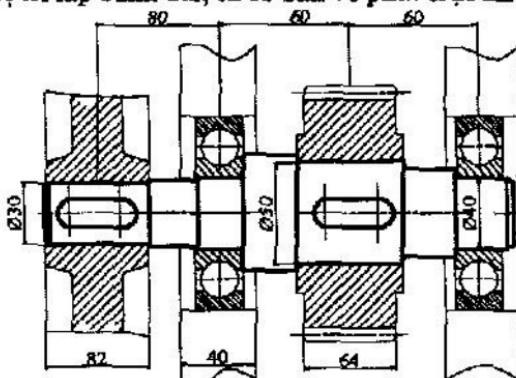


Hình 2.5b.2 Lực tác dụng trục I

+ Đường kính trục vị trí lắp bánh đai:

$$d = 10\sqrt{\frac{16T}{\pi[\tau]}} = \sqrt{\frac{16 \cdot 138}{\pi \cdot 30}} = 28,6 \text{ mm} \quad \text{chọn } d_0 = 30 \text{ mm.}$$

với chiều rộng đai $b_d = 82$; bánh răng 1 $b_1 = 64 \text{ mm}$ và d_0 là đường kính nhỏ nhất tại vị trí lắp bánh đai, ta có bản vẽ phát triển như sau:

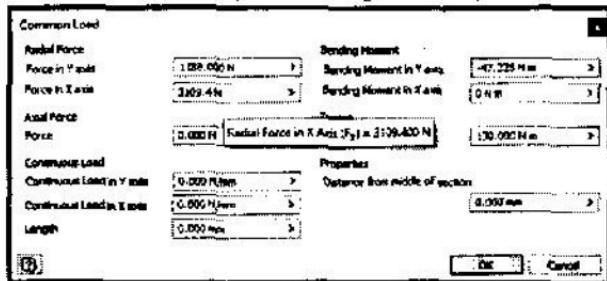


Hình 2.5b.3 Phát triển kết cấu trục I

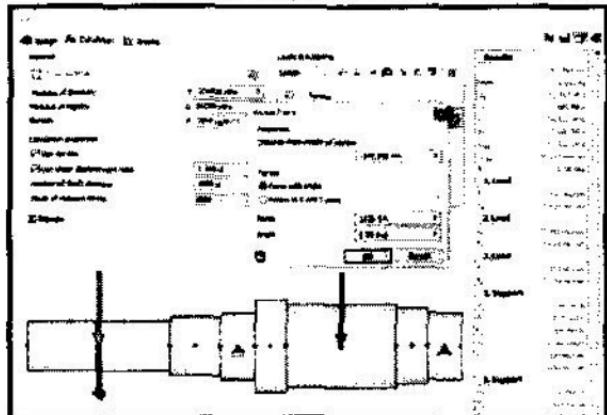
+ Tính bằng Autodesk Inventor:



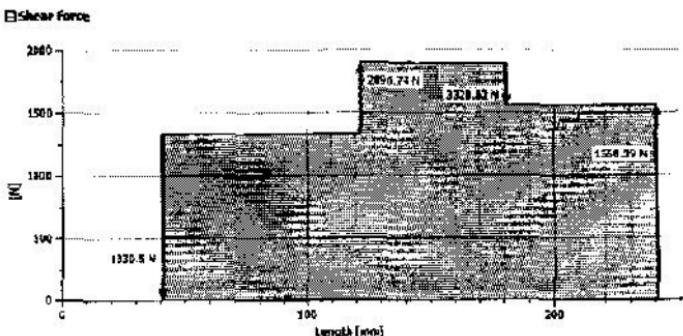
Hình 2.5b.4 Tab Design cho trục I



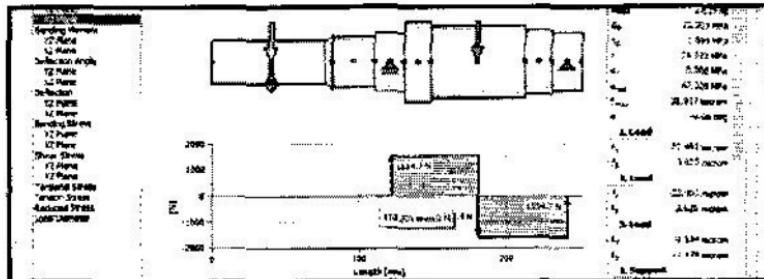
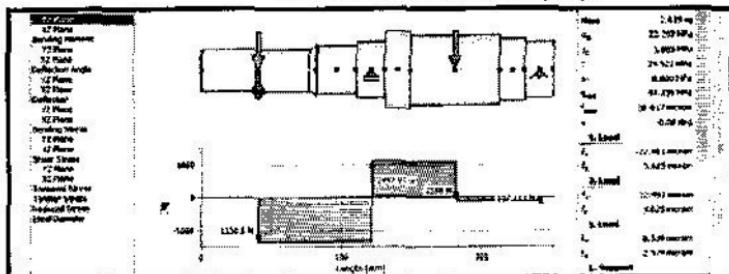
Hình 2.5b.5 Gán giá trị chế lực tại bánh răng 1



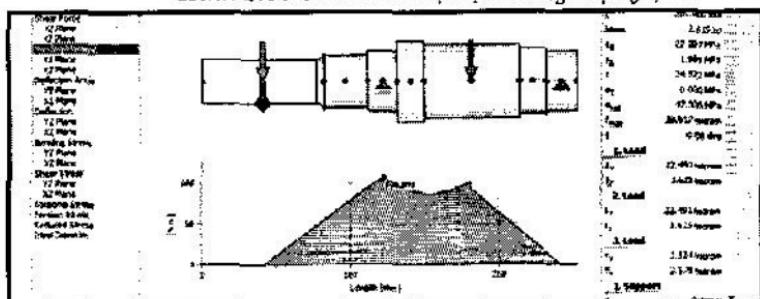
Hình 2.5b.6 Gán giá trị lực tại bánh đai



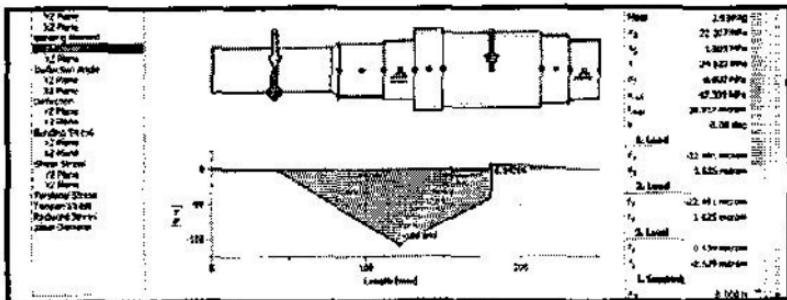
Hình 2.5b.7 Biểu đồ nới lỏng



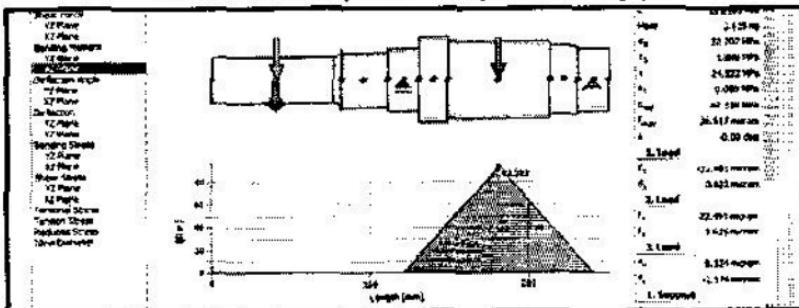
Hình 2.5b.8 Biểu đồ nỗi lực trong mặt yz , xz



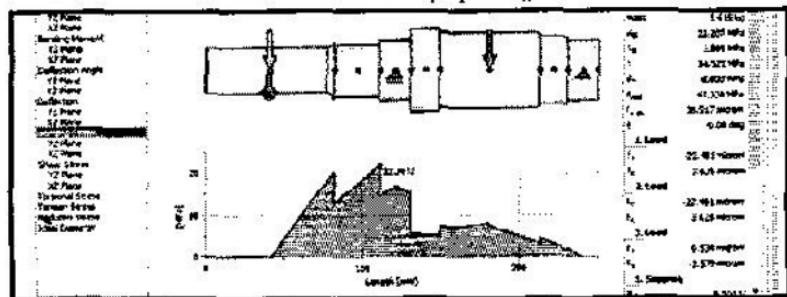
Hình 2.5b.9 Moment tổng cộng



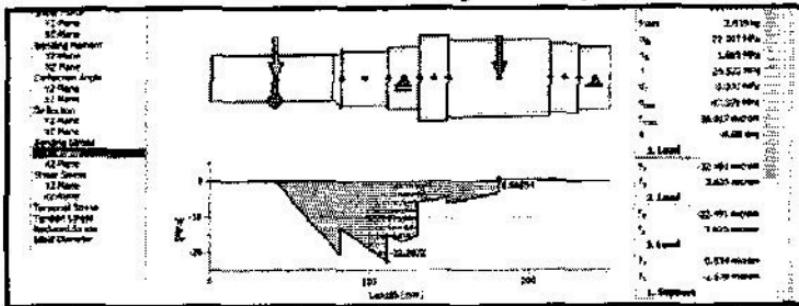
Hình 2.5b.10 Mô men trong mặt phẳng yz



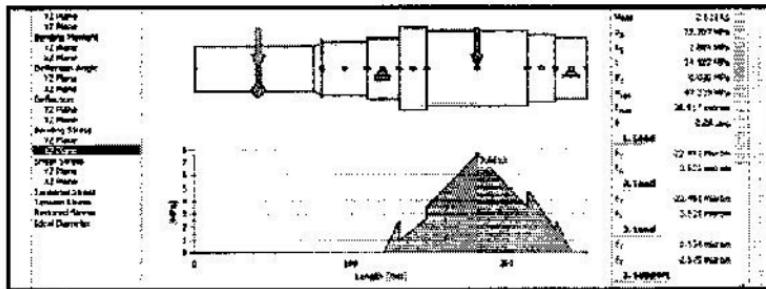
Hình 2.5b.11 Mặt phẳng xx



Hình 2.5b.12 Ứng suất tổng cộng

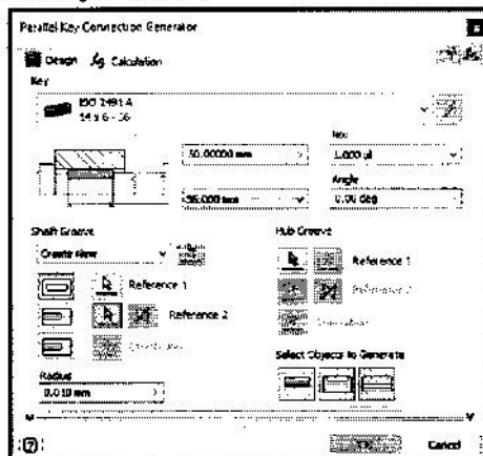


Hình 2.5b.13 Ứng suất mặt YZ

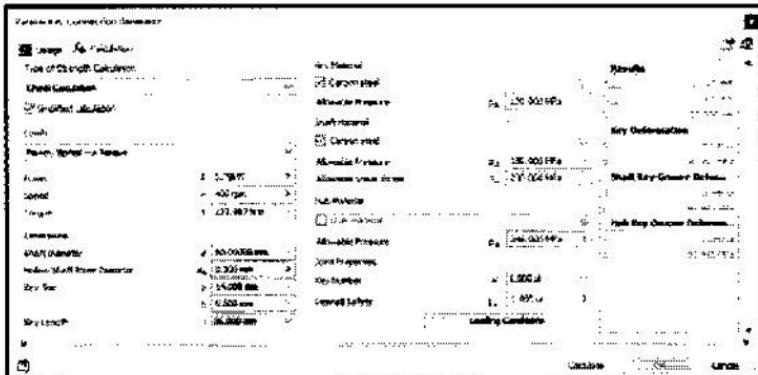


Hình 2.5b.14 Ảnh suất mặt xz

+ Chọn then theo phần mềm

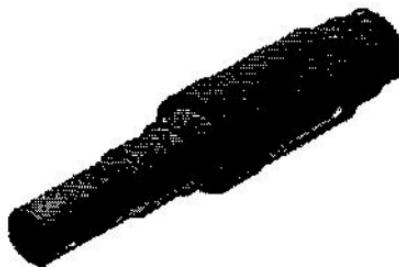


Hình 2.5b.15 Tab design



Hình 2.5b.16 Tab Calculation

Trên trục I ta chọn 2 then như nhau tại vị trí lắp bánh răng 1 và bánh đai (để gia công dễ dàng). Chọn then ISO 2491 A với kích thước $14 \times 6 - 36$. Tại cả hai vị trí ta sử dụng 1 then.

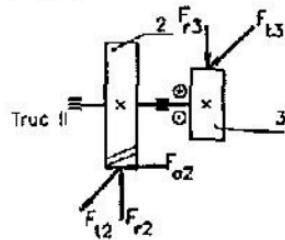


Hình 2.5b.17 Mô hình 3D trục 1

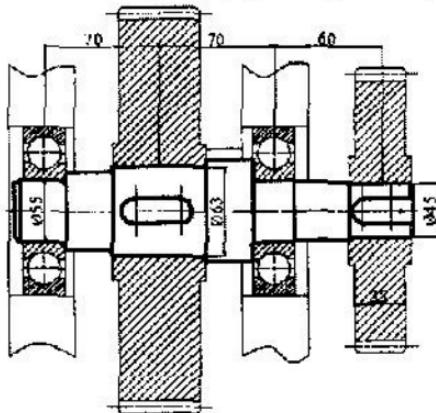
2.5c. Trục II và then

+ Đường kính trục vị trí lắp bánh đai:

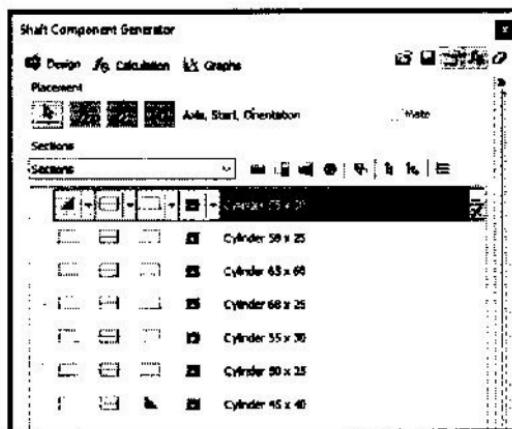
$$d = 10\sqrt[3]{\frac{16T}{\pi[\tau]}} = \sqrt[3]{\frac{16.535,755}{\pi \cdot 30}} = 44,97 \text{ mm} \text{ chon } d_0 = 45 \text{ mm.}$$



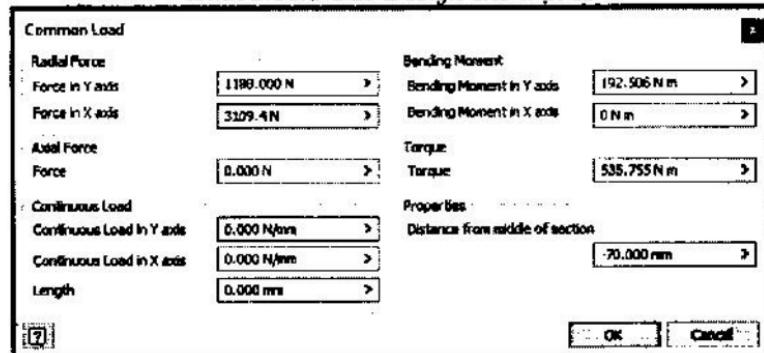
Hình 2.5c.1 Lực tác dụng lên trục II



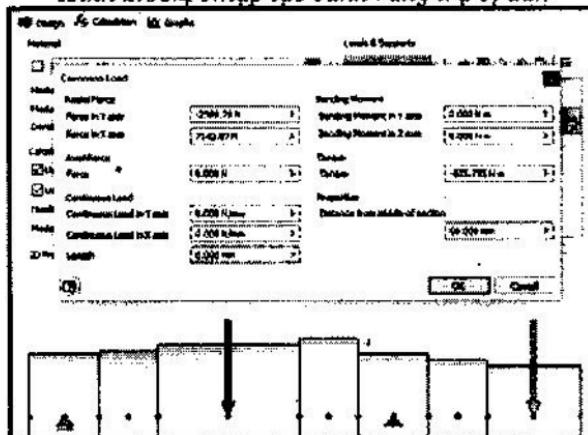
Hình 2.5c. 2 Phát thảo kết cấu trục II



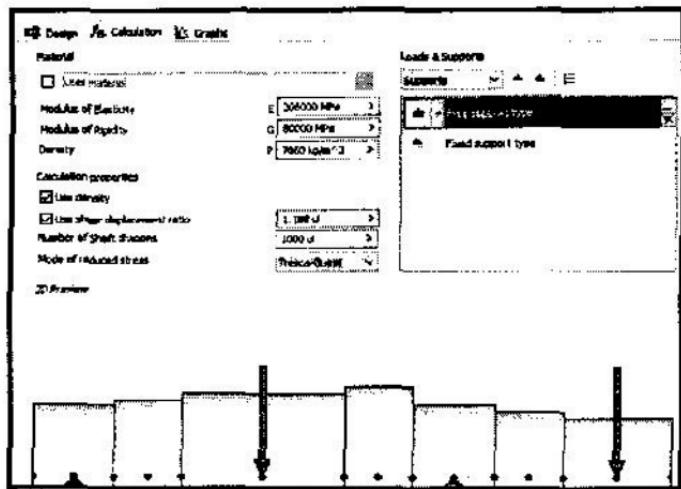
Hình 2.5c.3 Tab Design cho trục II



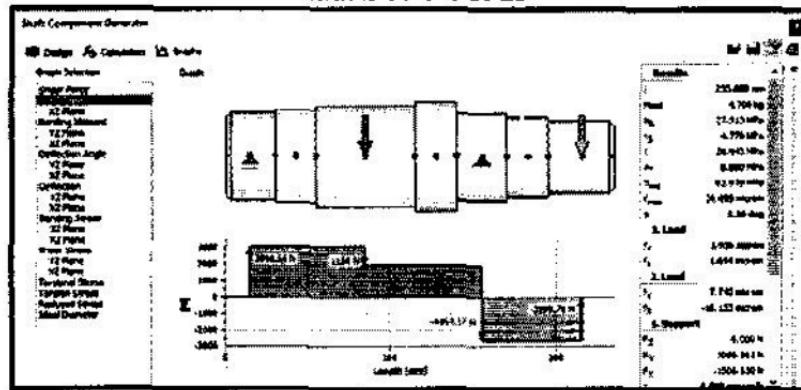
Hình 2.5c.4 Nhập lực bánh răng trục bị dán



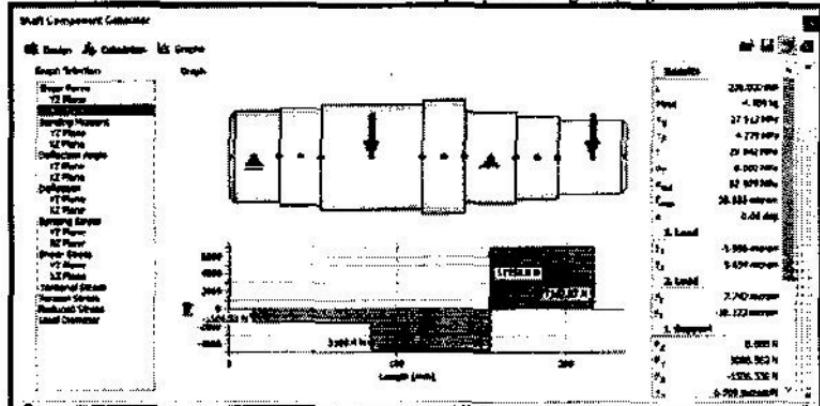
Hình 2.5c.5 Nhập lực bánh răng trục 3



Hình 2.5c.6 Gđi dđ

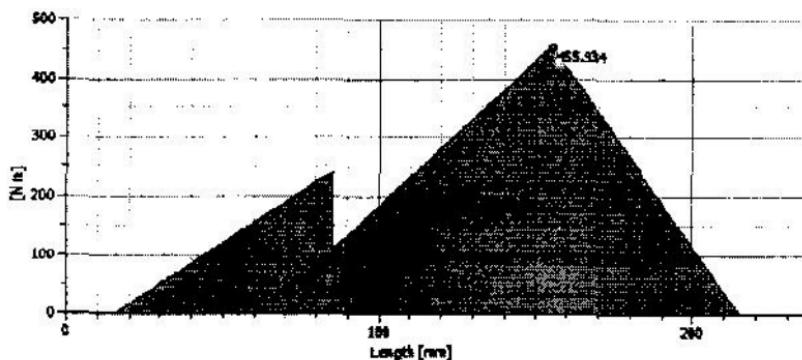


Hình 2.5c. 7 Biểu đồ nội lực trong mặt yz



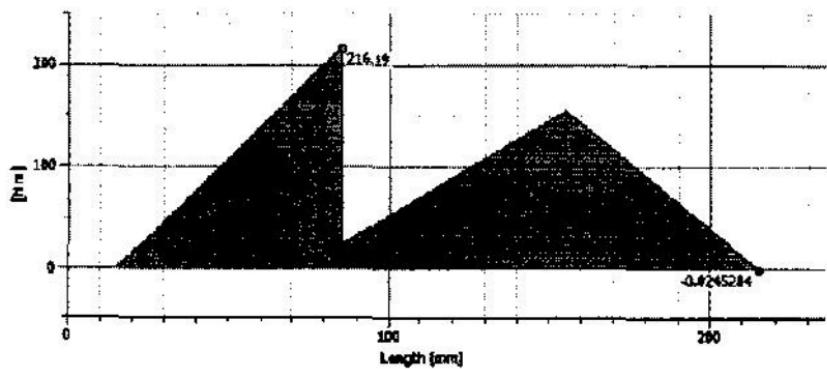
Hình 2.5c.8 Biểu đồ nội lực trong mặt xz

■ Bending Moment



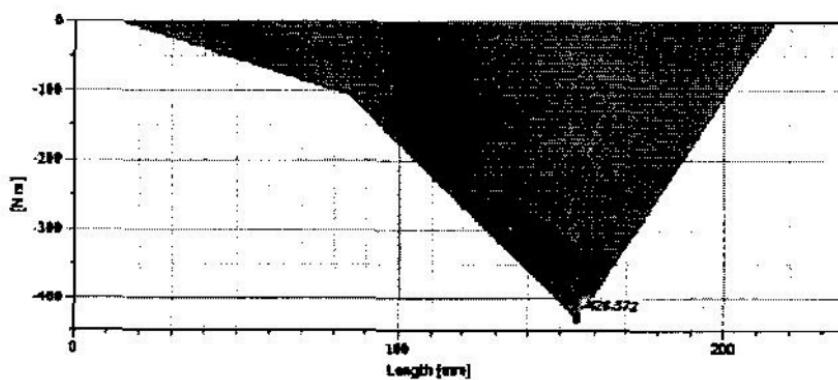
Hình 2.5c.9 Momen uốn tổng cộng

■ Bending Moment, YZ Plane

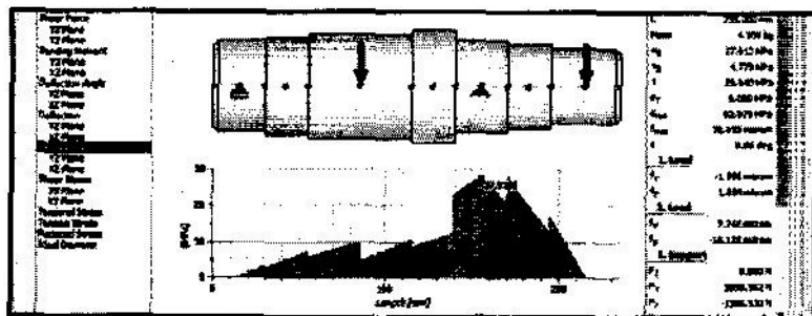


Hình 2.5c.10 Mô men mặt phẳng yz

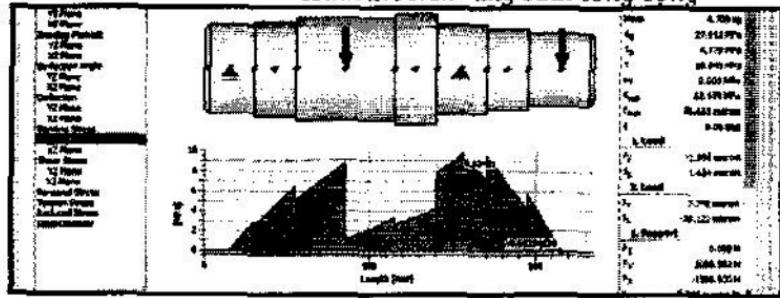
■ Bending Moment, XZ Plane



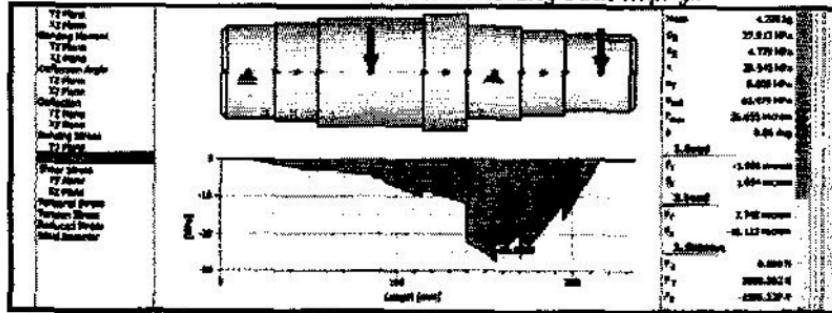
Hình 2.5c.11 Mô men mặt phẳng xz



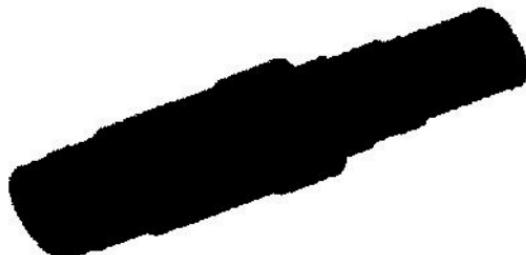
Hình 2.5c.12 Ảnh suất tổng cộng



Hình 2.5c.18 Ảnh suât măt yz



Hình 2.5c.14 Ảnh suất mặt xz



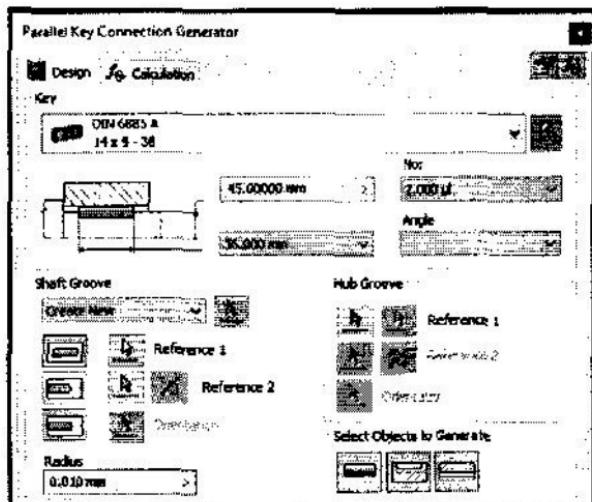
Hình 2.5c.15

Chọn then theo phần mềm.

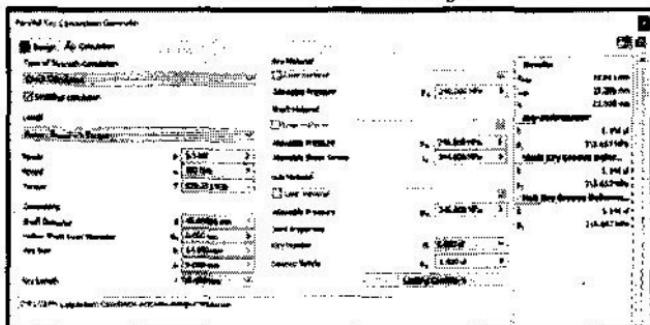
Tính theo sơ đồ 1

Mô men xoắn $T_H = 535,755 \text{ Nm}$;

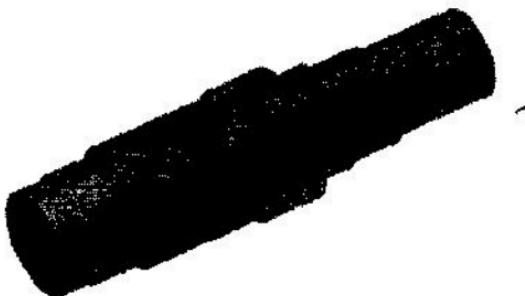
Trên trục II ta chọn 2 then như nhau tại vị trí lắp bánh răng 2 và 3 (để gia công dễ dàng). Chọn then DIN 6885 A 14 x 9 - 36. Bởi vì 1 then không đủ bền tại vị trí lắp bánh răng trụ thẳng 3, cho nên ta chọn 2 then tại vị trí này.



Hình 2.5c.16 Tab design



Hình 2.5c.17 Tab Calculation



Hình 2.5c.18 Trục II và then

2.6 Chọn ống lăn cho 2 trục I và II

+ Chọn ống lăn cho các trục hộp giảm tốc trong Autodesk Inventor theo tiêu chuẩn.

Đưa các kết quả vào thuyết minh.

Chọn ống lăn cho trục I với:

- Lực tác dụng lên ống

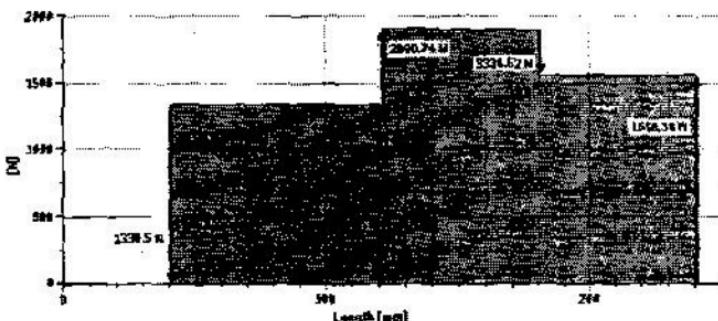
Ở A bên trái: $F_{rA} = 2890,74\text{N}$; $F_a = 1070,7\text{N}$

Ở B bên phải: $F_{rB} = 1558,39\text{N}$;

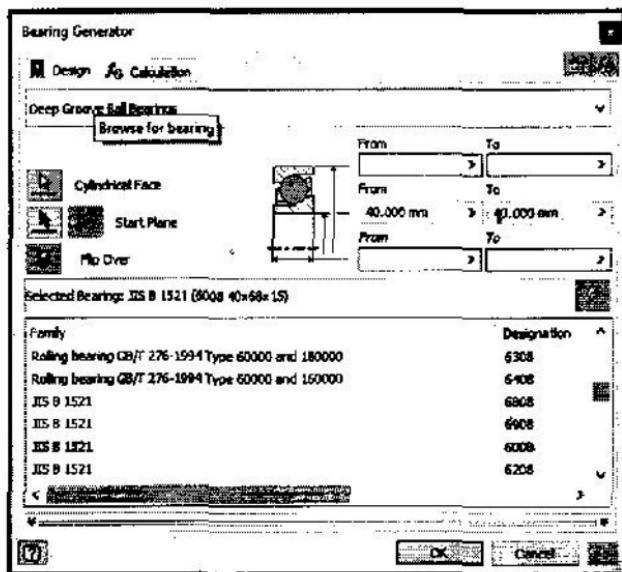
Vì $F_{rA} > F_{rB}$ nên ta chọn ống trên trục I theo lực tác dụng lên ống A.

Thời gian làm việc $L_h = 12000$ giờ, $n = 400$ v/g/ph

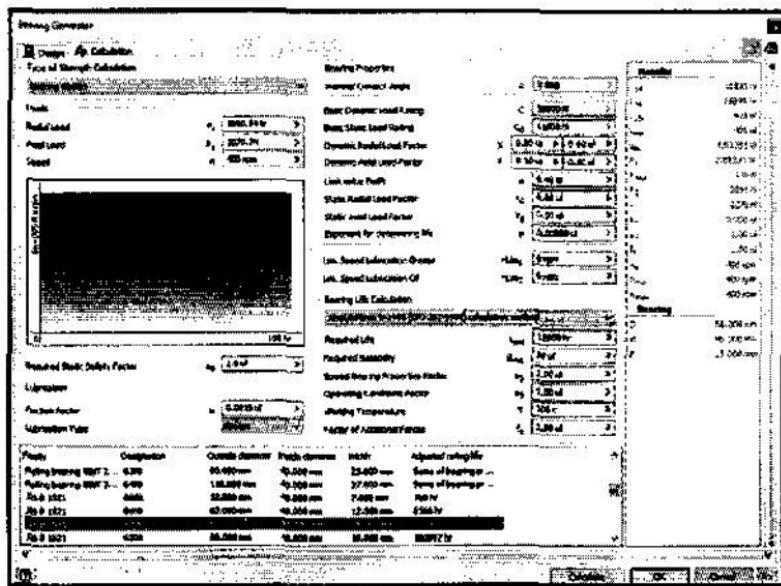
Đường kính vòng trong $d = 40\text{ mm}$



Hình 2.6.1 Lực tác dụng lên ống trục I

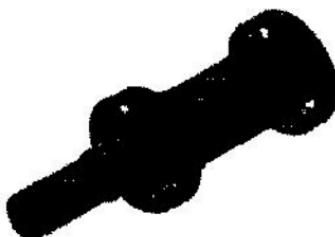


Hình 2.6.2 Tab Design



Hình 2.6.3 Tab Calculation

Chọn ổ 6008 JIS B 1521 với D = 68mm, b = 15mm, tuổi thọ 16895h.



Hình 2.6.4 Mô hình chèn Ổ vào trục

Chọn ổ lăn cho trục II

- Lực tác dụng lên ổ trục II



Hình 2.6.5 Lực tác dụng lên ổ trục II

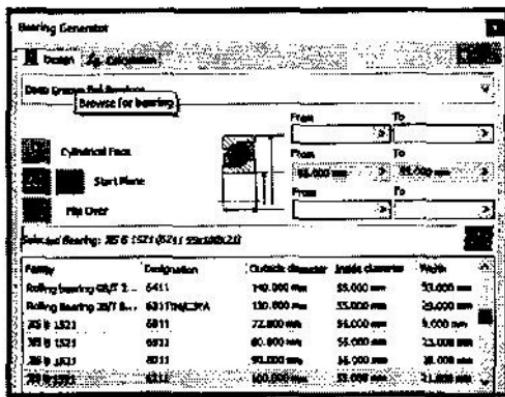
Ở A bên trái: $F_{rA} = 3445,39\text{N}$ và ở B bên phải $F_{rB} = 12577,7\text{N}$. Vì $F_{rA} > F_{rB}$ nên ta chọn ổ trên trục II theo lực tác dụng lên ổ A.

Lực dọc trục $F_a = 1070,7\text{N}$

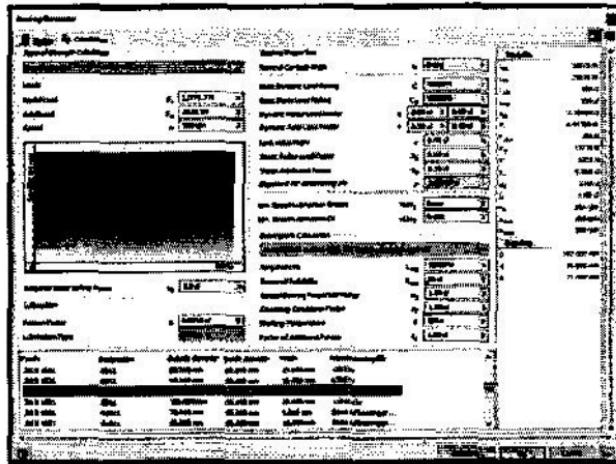
Thời gian làm việc $L_h = 12000\text{h}$, số vòng quay $n = 100 \text{ vg/ph}$.

Đường kính vòng trong $d = 55\text{mm}$

Chọn ổ bi đỡ.

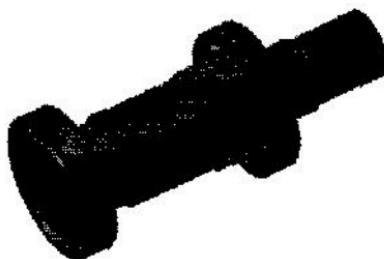


Hình 2.6.6 Tab Design



Hình 2.6.7 Tab Calculation

Chọn δ 6211 JIS B 1521 với $D = 100\text{mm}$, $b = 21\text{mm}$, tuổi thọ 25035h.



Hình 2.6.8 Các δ lắp trên trục

PHẦN 3

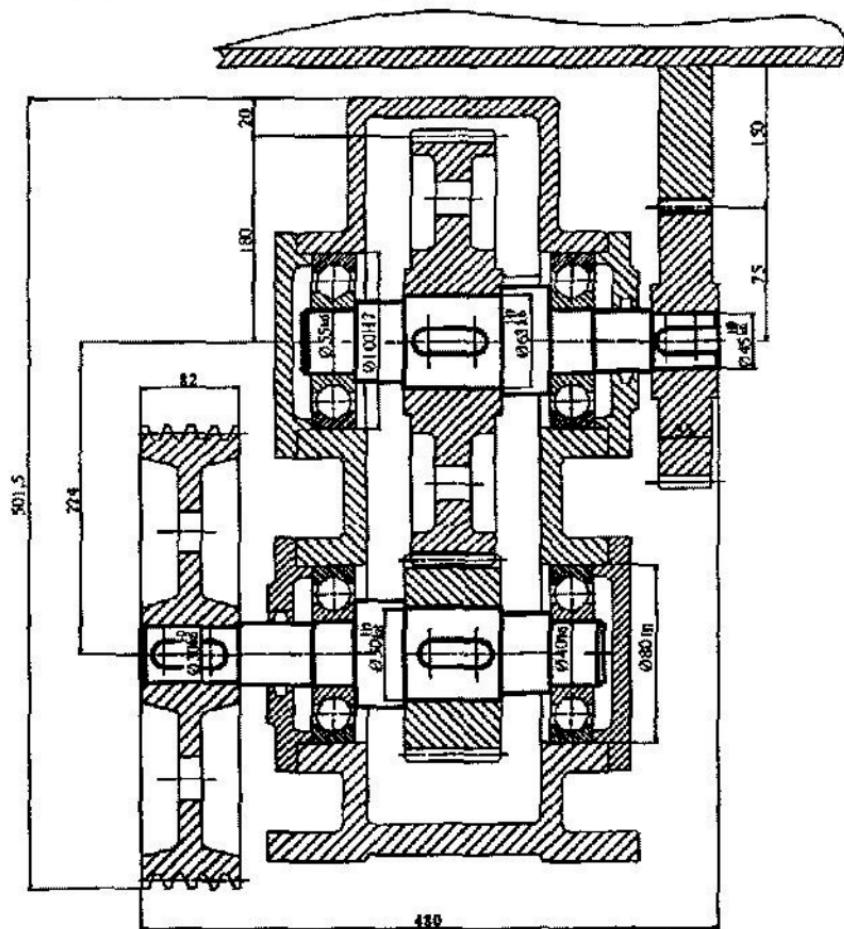
Phần 3 Phản mô hình hoá chi tiết máy và cụm chi tiết máy

3.1 Thể hiện bản vẽ 2D hình chiếu đúng của hộp giảm tốc:

Điều kiện HGT không chạm thùng quay:

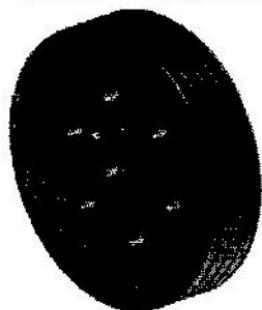
$$d_{a2}/2 + 8 \dots 10 \text{mm} + \delta < d_3/2 + (1200 - 900)/2$$

$$359,69/2 + 4 + 10 + 8 = 201,845 \text{ mm} < 75 + 150 = 225 \text{mm}$$

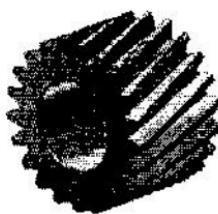


Hình 3.1.1 Bản vẽ lắp 2D

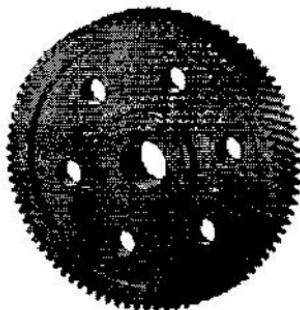
3.2 Hoàn thiện mô hình 3D các chi tiết: các bánh răng trụ nghiêng, bánh răng dẫn trụ thẳng, bánh đai bị dẫn, 2 trục...



3.2.1 Bánh đai bị dẫn



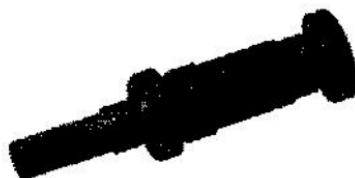
3.2.2 Bánh răng trụ nghiêng dẫn 1



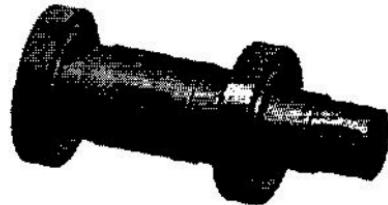
3.2.3 Bánh răng trụ nghiêng bị dẫn 2



3.2.4 Bánh răng trụ dẫn 3

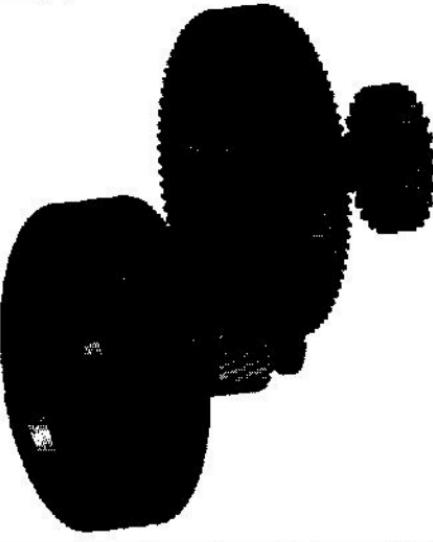


3.2.5 Trục I



3.2.6 Trục II

3.3 Mô hình lắp 3D các cụm hệ thống truyền động, bao gồm:

3.3.1 Mô hình lắp trực I với bánh đai bị dãn, bánh răng nghiêng dãn, ổ lăn...	
3.3.2 Mô hình lắp trực II và các bánh răng nghiêng bị dãn, bánh răng dãn trụ thẳng, ổ lăn...	
3.3.3 Mô hình lắp toàn cụm bao gồm 2 trực I, II và các chi tiết liên quan...	

DANH SÁCH CÁC THẦY, CÔ GÓP VÀ CHỌN ĐỀ THI OLYMPIC CƠ HỌC TOÀN QUỐC LẦN THỨ XXVIII - 2016

1/ CƠ HỌC KỸ THUẬT

1. GS.TSKH Đỗ Sanh
2. TS Nguyễn Duy Chính
3. PGS.TS Khổng Doãn Điện
4. PGS.TS Đặng Quốc Lương

2/ SỨC BỀN VẬT LIỆU

1. PGS.TS Phạm Tiến Đạt
2. TS. Nguyễn Văn Chính
3. PGS.TS Trịnh Đình Châm
4. TS. Vũ Thị Bích Quyên
5. PGS.TS Lương Xuân Bình
6. PGS.TS Trần Minh Tú

3/ CƠ HỌC KẾT CẤU

1. GS.TS Nguyễn Mạnh Yên
2. GVC Vũ Tiến Nguyên
3. TS. Trịnh Tự Lực
4. PGS.TS Phạm Văn Thứ
5. TS. Vũ Đình Hướng
6. GVC Phạm Đình Hào
7. GV Cao Minh Quyền
8. KS. Đinh Công Trung

4/ THỦ Y LỰC

1. GS.TSKH Nguyễn Tài
2. PGS.TS Nguyễn Thị Bảy
3. TS. Phạm Văn Sáng
4. TS. Lê Thanh Tùng

5. TS. Phạm Thành Nam
6. TS. Phạm Thị Bình
7. PGS.TS Nguyễn Thu Hiền
8. PGS.TS Lê Quang
9. ThS. Lê Tùng Anh
10. TS. Phùng Văn Khuêng

5/ CƠ HỌC ĐẤT

1. PGS.TS Võ Văn Thành
2. PGS.TS. Hoàng Việt Hùng
3. PGS.TS Lê Bá Vinh
4. TS. Nguyễn Châu Lân

6/ NGUYÊN LÝ MÁY

1. PGS.TS Vũ Công Hàm

7/ CHI TIẾT MÁY

1. PGS.TS Nguyễn Hữu Lộc
2. ThS. Dương Đăng Danh

8/ ỨNG DỤNG TIN HỌC TRONG CƠ HỌC

1. PGS.TS Nguyễn Hữu Lộc
2. TS. Nguyễn Tuấn Linh
3. GS.TS Nguyễn Xuân Lạc
4. ThS Nguyễn Văn Tuân
5. TS. Nguyễn Quang Hoàng
6. TS. Trần Quang Dũng
7. PGS.TS Lê Văn Uyển
8. ThS. Nguyễn Quốc Dũng
9. ThS. Mạc Văn Giang

**CÁC CƠ QUAN VÀ CÁC TRƯỜNG HỌC TÀI TRỢ CHO
TỔ CHỨC CUỘC THI OLYMPIC CƠ HỌC TOÀN QUỐC
LẦN THỨ XXVIII-2016**

STT	Đơn vị tài trợ	Số tiền
1.	Đại học Kiến trúc Hà nội	Đăng cai KV miền Bắc
2.	Đại học Bách khoa - Đại học Đà Nẵng	Đăng cai KV miền Trung
3.	Đại học Giao thông Vận tải Thành Phố Hồ Chí Minh	Đăng cai KV miền Nam
4.	Liên hiệp các Hội KHKT Việt nam	60.000.000
5.	Công ty cổ phần SBTECH	10.000.000
6.	Công ty cổ phần VMAT	3.000.000
7.	Đại học Kinh doanh và Công nghệ Hà Nội	2.000.000
8.	Hội Cơ học Vật rắn biến dạng	2.000.000
9.	Hội Cơ học Thủy khí	2.000.000
10.	Hội Cơ học Hà nội	1.000.000
11.	Hội Động lực học và điều khiển	1.000.000
12.	Hội Cơ học đá và môi trường rời	1.000.000

BAN TỔ CHỨC XIN CHÂN THÀNH CẢM ƠN

