
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 2004/2005
*First Semester Examination
2004/2005 Academic Session*

Oktober 2004
October 2004

ESA263/3 – Teori Mekanik - Dinamik
Theoretical Mechanics - Dynamics

Masa : 3 jam
Hour : 3 hour

ARAHAN KEPADA CALON :
INSTRUCTION TO CANDIDATES :

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **SEPULUH (10)** mukasurat dan **TUJUH (7)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.

*Please ensure that this paper contains **TEN (10)** printed pages and **SEVEN (7)** questions before you begin examination.*

Kertas ini mengandungi dua bahagian. **BAHAGIAN A** dan **BAHAGIAN B**.

Jawab **EMPAT (4)** soalan dari **BAHAGIAN A**.

Dan jawab **SEMUA** soalan dari **BAHAGIAN B**.

*This paper including two sections, **SECTION A** and **SECTION B**.*

*Answer **FOUR (4)** questions from **SECTION A**.*

*And answer **ALL** questions from **SECTION B**.*

Calon boleh menjawab semua soalan dalam Bahasa Malaysia. Sekiranya calon ingin menjawab dalam Bahasa Inggeris, sekurang-kurangnya satu soalan perlu dijawab dalam Bahasa Malaysia.

Student may answer all the questions in Bahasa Malaysia. If you want to answer in English, at least one question must be answered in Bahasa Malaysia.

Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

Each questions must begin from a new page.

BAHAGIAN A : JAWAB EMPAT (4) SOALAN SAHAJA**PART A : ANSWER FOUR (4) QUESTION ONLY**

1. (a) Terangkan Hukum Newton dan asas-asas axioms bagi dinamik dan dapatkan persamaan pembezaan bagi pergerakan zarah bahan. Nyatakan istilah-istilah bagi darjah kebebasan pergerakan jasad tegar.

Describe the Newton laws and fundamental axioms of dynamics and present the differential equations of motion of a material particle. Describe the terms "degrees of freedom" of the rigid body motion.

(20 markah/marks)

ATAU / OR

- (b) Berikan rumus tiga Hukum Kepler bagi pergerakan orbit dan terbitkan Hukum Graviti Newton daripada tiga hukum pergerakan orbit Kepler.

Formulate three Kepler's Laws of orbital motion and Derive Newton's Law of Gravitation from three Kepler's laws of orbital motion.

(20 markah/marks)

ATAU / OR

- (c) Berikan penyelesaian untuk permasalahan dua jasad dalam Mekanik Orbit.

Provide solution of Two-Body Problem of the Orbital Mechanics.

(20 markah/marks)

ATAU / OR

- (d) Terangkan Hukum-Hukum Keabadian untuk permasalahan dua jasad.

Describe Conservation Laws of Two-Body Problem.

(20 markah/marks)

2. (a) Terangkan tarikan graviti jasad berbentuk sfera dan hasil daya graviti bumi yang bertindak ke atas satelit.

Describe the gravitational attraction of a spherical body and the resultant of the earth gravitational forces acting on a satellite.

(20 markah/marks)

ATAU / OR

- (b) Terangkan tabii titik bahan dan ayunan paksa akibat daya rector.

Describe the material point natural and forced oscillations under restoring force.

(20 markah/marks)

ATAU / OR

- (c) Terangkan ayunan titik bahan akibat daya halangan.

Describe the material point oscillations under resistance force.

(20 markah/marks)

ATAU / OR

- (d) Terangkan ayunan paksa dengan daya halangan likat.

Describe the forced oscillations with viscous resistance force.

(20 markah/marks)

3. (a) Bincangkan sifat-sifat taburan vektor halaju titik yang bergerak di atas jasad tegar dan terangkan vektor halaju sudut semasa.

Discuss properties of distribution of the velocity vectors of points of a moving rigid body and describe its instant angular velocity vector.

(20 markah/marks)

ATAU / OR

- (b) Nyatakan rumus Euler mengenai taburan halaju jasad tegar dan nyatakan juga taburan vektor pecutan jasad tegar. Senaraikan pengkelasan pergerakan semasa jasad tegar.

Describe Euler's formula of distribution of the rigid body velocities, and describe distribution of acceleration vectors in a rigid body. List out the classification of instant motions of rigid bodies.

(20 markah/marks)

ATAU / OR

- (c) Terangkan teorem mengenai perjumlahan halaju, pecutan dan sudut halaju dalam pergerakan majmuk jasad tegar.

Describe theorems on summation of velocities, accelerations and angular velocities in the rigid body compound motion.

(20 markah/marks)

ATAU / OR

- (d) Nyatakan sudut-sudut Euler dan terbitkan persamaan kinematik Euler yang berkaitan.

Describe Euler's angles and derive the relevant Euler's kinematics equations.

(20 markah/marks)

ATAU/OR

- (e) Terangkan ciri-ciri inersia pergerakan jasad tegar bagi pusat jisim dan jelaskan bagaimana untuk mendapatkan sistem koordinat badan tetap dengan matriks inersia yang paling mudah.

Describe the inertia characteristics of the rigid body motion about its mass center and explain how to get the body-fixed coordinate system with the simplest inertia matrix.

(20 markah/marks)

4. (a) Terangkan tanggapan pusat jisim dan momentum sudut pada jasad tegar dan sistem zarah bahan. Nyatakan teorem mengenai pergerakan pusat jisim dan sifat-sifatnya dan teorem mengenai jasad tegar dan sistem jisim-jisim bahan dan teori mengenai pertukaran momentum sudut jasad tegar.

Describe the notions of mass center and angular momentum of a rigid body and a system of material particles. State theorem about the mass center motion and its properties and the theorem about the rigid body angular momentum change.

(20 markah/marks)

ATAU / OR

- (b) Terangkan dan terbitkan persamaan pergerakan jasad tegar di sekitar pusat jisim.

Describe and derive the rigid body equations of motion around its mass center.

(20 markah/marks)

ATAU / OR

- (c) Terangkan eksperimen untuk menentukan momen inertia jasad tegar dan kedudukan pusat jisim.

Describe experimental determination of the rigid body inertial moments and center-of-mass location.

(20 markah/marks)

ATAU / OR

- (d) Perihalkan mekanisma “yo-yo” bagi mengurangkan kadar putaran satelit.

Describe the “yo-yo” mechanism for reducing the satellite spin rate.

(20 markah/marks)

ATAU / OR

- (e) Terangkan pergerakan ‘gasing’ mudah.

Describe the motion of simple gasing.

(20 markah/marks)

5. (a) Terangkan pergerakan jasad tegar di sekitar pusat jisimnya tanpa kehadiran momen luar.

Describe the motion of the rigid body around its mass center in the absence of external moments.

(20 markah/marks)

ATAU / OR

- (b) Berikan takrifan dan nyatakan keadaan-keadaan keseimbangan jasad tegar yang berputar di sebalik paksi inersia utamanya.

Define and state conditions for stability of the rigid body rotation about its principal axes of inertia.

(20 markah/marks)

ATAU / OR

- (c) Terangkan kestabilan putaran satelit yang berputar dengan jisim putaran.

Describe the stabilization of satellite rotation with rotating mass.

(20 markah/marks)

ATAU / OR

- (d) Terangkan prinsip-prinsip penyerahan dan sifat-sifat giroskop bebas. Nyatakan hukum liukan giroskop.

Describe principles of functioning and properties of the free gyroscope. State the law of gyroscopic precession.

(20 markah/marks)

ATAU / OR

- (e) Terangkan prinsip-prinsip keberangkatan dan sifat-sifat giroskop yang mempunyai dua-darjah-kebebasan. Terangkan apakah reaksi momen giroskop.

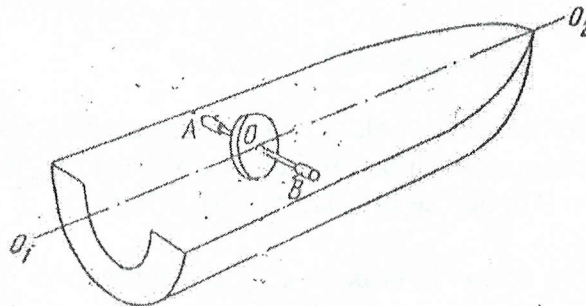
Describe principles of functioning and properties of the two-degree-of freedom gyroscope. Explain what is the gyroscopic reaction moment.

(20 markah/marks)

BAHAGIAN B : JAWAB SEMUA SOALAN
PART B : ANSWER ALL QUESTION

6. (a) Takrifkan tekanan giroskopik maksimum ke atas galas A dan B putaran motor elektrik (lihat Gambarajah di bawah) bila pusingan kapal dengan halaju V . Jejari pusingan ialah R .

Define the maximal gyroscopic pressure on the bearing A and B of the fast rotating electric motor (see Figure below) when the ship circles with velocity V . The circle radius is R .



Sudut halaju pemutar ialah Ω . Momentum sudut pemutar berpandukan kepada paksi AB ialah J . $AB \perp O_1O_2$. O_1O_2 ialah paksi membujur kapal. Titik O ialah pusat jisim pemutar. Jarak di antara galas ialah l .

Angular velocity of the rotor is Ω . Rotor's angular momentum with respect to AB axis is J . $AB \perp O_1O_2$. O_1O_2 is the ship longitudinal axis. Point O is rotor's mass center. Distance between bearings is l .

(10 markah/marks)

ATAU / OR

- (b) Katakan matriks inersia jasad tegar ialah $I = \begin{pmatrix} 22 & -11 & 0 \\ -11 & 22 & 0 \\ 0 & 0 & 35 \end{pmatrix}$

Dapatkan momen inersia utamanya.

Let the inertia matrix of a rigid body is $I = \begin{pmatrix} 22 & -11 & 0 \\ -11 & 22 & 0 \\ 0 & 0 & 35 \end{pmatrix}$

Find its principal inertia moments.

(10 markah/marks)

ATAU / OR

- (c) Pergerakan bulan adalah disebabkan tarikan bumi dan matahari. Tarikan manakah yang lebih besar dan mengapa? ($\mu_{\text{Earth}} = 398600 \text{ km}^2/\text{s}^2$, $\mu_{\text{sun}} = 1.32 \cdot 10^{11} \text{ km}^2/\text{s}^2$, purata jarak di antara bumi dan bulan ialah $380,000 \text{ km}$ dan di antara matahari dan bulan ialah $1.5 \cdot 10^8 \text{ km}$)

In its motion the Moon is attracted by earth and sun. Which attraction is bigger and why? ($\mu_{\text{Earth}} = 398600 \text{ km}^2/\text{s}^2$, $\mu_{\text{sun}} = 1.32 \cdot 10^{11} \text{ km}^2/\text{s}^2$, average distances between earth and moon, and between sun and moon are $380,000 \text{ km}$ and $1.5 \cdot 10^8 \text{ km}$ correspondingly).

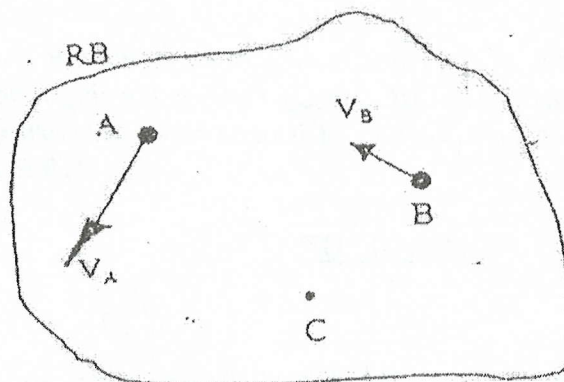
(10 markah/marks)

ATAU / OR

- (d) Dapatkan vektor halaju V_C titik C untuk jasad tegar dalam pergerakan satah seperti dalam rajah di bawah jika vektor halaju V_A dan V_B untuk titik-titik A dan B di beri seperti dalam rajah di bawah.

Find the velocity vector V_C of point C of a rigid body in plane motion as shown in the diagram below if velocity vectors V_A and V_B of its points A and B are given.

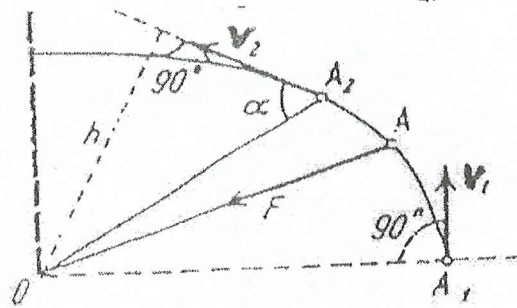
(10 markah/marks)



7. (a) Sebuah satelit mengelilingi bumi di bawah tarikan daya gravitasi di mana garisan bertindak akan selalu menghadap bumi berpusat O. (Lihat rajah). Peroleh halaju satelit V_2 di titik A_2 , jika di titik A_1 halajunya ialah $V_1 = 9,000$ km/s, manakala nisbah $OA_1/OA_2 = 2/1$ dan sudut α antara halaju satelit vektor V_2 dan OA_2 ialah 60° .

A satellite moves around earth under attraction of the gravitation force which action line permanently directed to the earth center O. (See Diagram below). Find the satellite velocity V_2 at points A_2 , if at point A_1 its velocity is $V_1 = 9,000$ km/s, while ratio $OA_1/OA_2 = 2/1$ and the angle α between the satellite velocity vector V_2 and OA_2 is 60° .

(10 markah/marks)

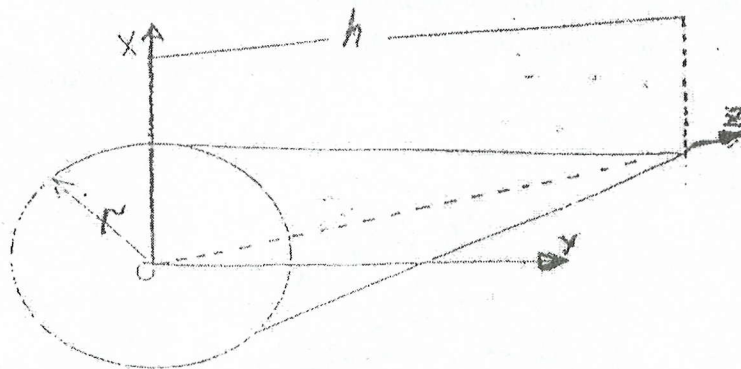


ATAU / OR

- (b) Peroleh pusat jisim dan momen inersia asas J_{zz} untuk kon yang jisim M diagih seragam sebagaimana dalam rajah di bawah.

Find the mass center and principal inertia moment J_{zz} of a cone with the uniformly distributed mass M as shown in the diagram below.

(10 markah/marks)

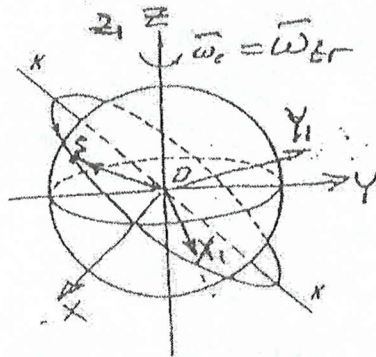


ATAU / OR

- (c) Sebuah satelit mengelilingi Bumi mempunyai kala orbit 2 jam, yang dikira berdasarkan sistem rujukan inersia OXYZ dengan pusatnya di pusat bumi. Takrifkan halaju putaran relatif untuk lokasi satelit yang vektor lokasinya OS berdasarkan bumi yang berputar pada paksinya. Condong orbit satelit berdasarkan khatulistiwa bumi ialah $i = -60^\circ$ dan pada arah pergerakan orbit sebagaimana dalam rajah di bawah.

A Satellite circling around Earth has 2 hour orbital period, calculated with respect to the inertial reference system OXYZ with origin in the Earth center. Define relative angular velocity of the satellite position vector OS with respect to Earth rotating around its axis. Inclination of the satellite orbit with respect to Earth equator $i = -60^\circ$ and direction of orbital motion is shown in the diagram below.

(10 markah/marks)

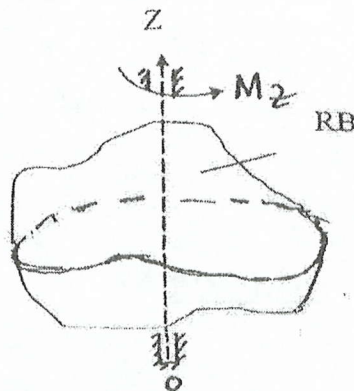


ATAU / OR

- (d) Apakah halaju sudut apabila satu jasad tegar dari keadaan diam, di $t = t_0$, bergerak selepas sepuluh minit apabila momen malar $M_z = 12 \text{ kgm}$ diberikan di sekitar paksi OZ pada $t \geq t_0$. Andaikan $J_z = 120 \text{ kgm}^2$.

What angular velocity will get a rigid body at rest, at $t = t_0$, in ten minutes after the constant moment $M_z = 12 \text{ kgm}$ is applied around OZ axis at $t \geq t_0$. Assume $J_z = 120 \text{ kgm}^2$.

(10 markah/marks)



ooo000ooo