PAKET 6

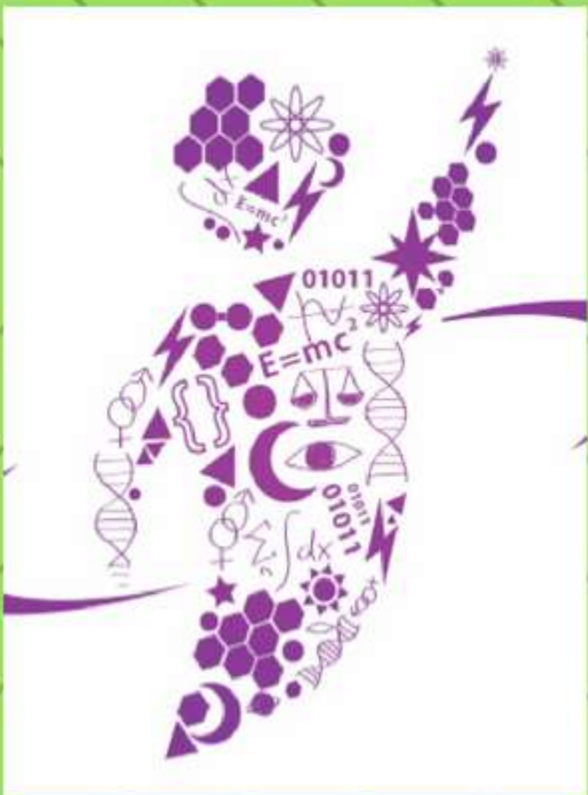
PELATIHAN ONLINE

2019

SMA

FISIKA

po.alcindonesia.co.id



WWW.ALCINDONESIA.CO.ID

@ALCINDONESIA

085223273373

GAYA

Gaya pada ilmu fisika merupakan suatu interaksi pada benda yang memungkinkan dapat menyebabkan benda bergerak, baik dalam perubahan arah maupun perubahan besarnya, bahkan sampai perubahan bentuk (deformasi). Itulah definisi ilmiah gaya. Gaya juga merupakan besaran vektor, tentunya mempunyai arah.

HUKUM NEWTON

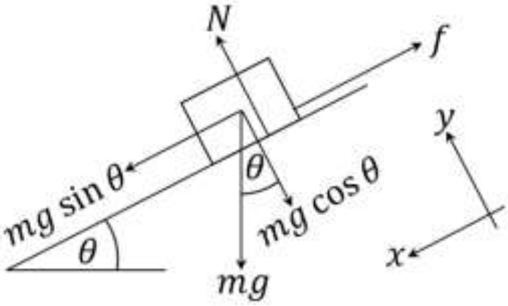
Hukum Newton merupakn tiga hukum fisika yang menjadi pondasi untuk mekanika klasik. Hukum ini menjelaskan hubungan antara massa dengan gaya yang mempengaruhinya beserta pergerakan massanya.

- Hukum 1 Newton (kelembaman/inersial)
  Pada kerangka inersial (kerangka yang tidak dipercepat), jika keadaan dimana resultan gaya 0, benda akan tetap diam ataupun bergerak dengan kecepatan yang konstan akibat tidak adanya percepatan.
  $$\sum F_{resultan} = 0$$
- Hukum 2 Newton
  Pada kerangka inersial, jika keadaan dimana resultan gaya tidak sama dengan 0, maka bedan akan bergerak dipercepat dengan formula sebagai berikut.
  $$\sum F = ma$$
  Dimana a merupakan percepatan massa. Persamaan diatas merupakan persamaan saat menggunakan kerangka acuan tidak dipercepat (inersial).

- Hukum 3 Newton
  Hukum ini dikenal sebagai gaya aksi-reaksi.
  $$F_{aksi} = -F_{reaksi}$$

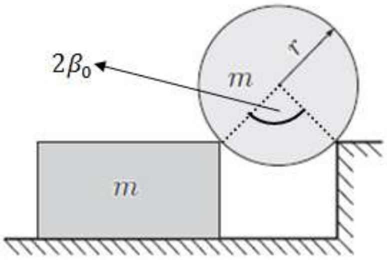
DIAGRAM BENDA BEBAS

Diagram benda bebas atau *free body diagram* merupakan ilustrasi gambar atau visualisasi mengenai seluruh gaya yang bekerja pada benda, pergerakannya dan reaksi yang terjadi pada kondisi tersebut. Berikut merupakan contoh DBB.



Gunanya DBB adalah mengetahui vektor gaya. Setelah kita membentuk diagram, kita dapat rumuskan persamaan gaya Newton. Kita harus meninjau masing-masing sumbu, agar tidak keliru.

KOORDINAT GERAK BENDA



Terdapat sebuah sistem seperti gambar disamping yang gaya geseknya diabaikan. Pada awalnya, sistem tidak bergerak dan sudut awalnya sebesar $2\beta_0$. Radius tabung sebesar r. Tentukan,

i. Persamaan gerak balok (terhadap acuan posisi awal)
ii. Persamaan gerak silinder (terhadap acuan posisi awal)

Persamaan gerak secara umum terbagi menjadi tiga, yaitu posisi, kecepatan dan percepatan. Untuk menentukan persamaan gerak, sebelumnya kita harus buat perjanjian arah, yaitu pergerakan vertikal ke bawah dan horizontal ke kanan bersifat positif.

Tinjau pergerakan balok (asumsikan benda 1)
Karena persamaan posisi ditinjau dari posisi awal, maka akan didapatkan persamaan posisi di suatu sudut β tertentu (β merupakan sudut di suatu waktu t saat sudah bergerak).

$$x_1 = 2r(\sin\beta - \sin\beta_0)$$
$$\dot{x}_1 = 2r\frac{d}{dt}\sin\beta\frac{d\beta}{d\beta} = 2r\frac{d}{d\beta}\sin\beta\frac{d\beta}{dt} = 2r\cos\beta\,\dot{\beta}$$
$$\ddot{x}_1 = 2r\frac{d}{dt}(\cos\beta\,\dot{\beta}) = 2r\left(\cos\beta\frac{d}{dt}\dot{\beta} + \dot{\beta}\frac{d}{dt}\cos\beta\right) = 2r(\ddot{\beta}\cos\beta - \dot{\beta}^2\sin\beta)$$

Begitulah persamaan gerak benda 1. Perlu diperhatikan untuk konsep differensial *chain-rule* yang digunakan pada persamaan diatas, β merupakan variabel yang berubah-ubah tiap waktu (berubah tiap pergerakannya.

Tinjau pergerakan silinder (benda 2)
Tinjau arah horizontal

$$x_2 = r(\sin\beta - \sin\beta_0)$$
$$\dot{x}_2 = r\frac{d}{dt}\sin\beta\frac{d\beta}{d\beta} = r\frac{d}{d\beta}\sin\beta\frac{d\beta}{dt} = r\cos\beta\,\dot{\beta}$$
$$\ddot{x}_2 = r\frac{d}{dt}(\cos\beta\,\dot{\beta}) = r\left(\cos\beta\frac{d}{dt}\dot{\beta} + \dot{\beta}\frac{d}{dt}\cos\beta\right) = r(\ddot{\beta}\cos\beta - \dot{\beta}^2\sin\beta)$$

Tinjau arah vertikal

$$y_2 = r(\cos\beta_0 - \cos\beta)$$
$$\dot{y}_2 = -r\frac{d}{dt}\cos\beta\frac{d\beta}{d\beta} = -r\frac{d}{d\beta}\cos\beta\frac{d\beta}{dt} = r\sin\beta\,\dot{\beta}$$
$$\ddot{y}_2 = r\frac{d}{dt}(\sin\beta\,\dot{\beta}) = r\left(\sin\beta\frac{d}{dt}\dot{\beta} + \dot{\beta}\frac{d}{dt}\sin\beta\right) = r(\ddot{\beta}\sin\beta + \dot{\beta}^2\cos\beta)$$

Inti dari metode ini adalah mencari persamaan gerak dari suatu benda.

KERANGKA ACUAN

Kerangka acuan merupakan kerangka (apapun) yang kita gunakan untuk meninjau pergerakan (dinamika) sistem, diusahakan pemilihan kerangka ini memudahkan kalian untuk menyelesaikannya. Analoginya seperti ini,

“Terdapat kereta yang bergerak, kalian mempunyai 2 kerangka pilihan, yaitu kerangka tanah dan kerangka kereta”

Jika kalian memilih kerangka tanah (meninjau dari tanah), kalian melihat bahwa kereta sedang bergerak. Tetapi jika kalian memilih kerangka kereta (meninjau dari kereta), kalian akan melihat bahwa keret diam. Kita bisa melihat bahwa akan menghasilkan efek yang berbeda untuk 2 kerangka yang berbeda pula. Biasanya, kerangka tanah disebut sebagai kerangka diam atau pengamat diam (inersial/kerangka yang tidak dipercepat). Sedangkat kerangka non-inersial merupakan kerangka yang dipercepat atau pengamat dipercepat. Mungkin saya akan berikan contoh lagi.

GERAK RELATIF

Partikel A bergerak dipercepat relatif terhadap B, sedangkan partikel B bergerak dipercepat relatif terhadap pengamat diam, yaitu kerangka tanah. Maka, partikel A mempunyai relatif terhadap tanah. Untuk mencari percepatan relatif partikel A terhadap tanah bisa menggunakan vektor atau juga transformasi galileo.

$$\vec{a}_{AT} = \vec{a}_{AB} + \vec{a}_{BT}$$

Biasanya, kita menggunakan metode percepatan relatif saat kita mengamati dari tanah (kerangka tanah/inersial).

GAYA FIKTIF DAN KERANGKA NON-INERSIAL

Kerangka non-inersial merupakan kerangka acuan yang dipercepat, pertanyaanya adalah bagaimana efeknya pada persamaan hukum Newton ? Hukum 2 Newton merupakan persamaan gaya untuk kerangka acuan inersial. Maka, akan terjadi modifikasi pada hukum Newton yang disebut gaya fiktif.

Gaya fiktif muncul pada saat kita menggunakan kerangka acuan dipercepat. Makna kata “fiktif” adalah tidak bisa dilihat gayanya, hanya bisa dirasakan dan arahnya berlawanan dengan arah percepatan kerangka. Berikut sebagai contoh.

Jika kalian naik mobil teman kalian dan tiba-tiba, teman kalian mempercepat mobilnya. Maka yang kalian rasakan adalah terdorong kebelakang padahal tidak ada yang mendorong kalian. Terlebih teman kalian memperlambat mobilnya seketika, pasti kalian merasa tertarik kedepan. Inilah yang disebut sebagai gaya fiktif. Gaya fiktif selalu berlawanan dengan kerangka yang dipercepatnya. Pada saat mobil mempercepat, berarti percepatan ke arah depan, tetapi kita seperti terdorong ke belakang, begitu juga saat memperlambat (dipercepat ke belakang), kalian seperti merasakan terdorong ke depan. Saya yakin mudah bagi kalian untuk memahami konsep gaya fiktif. Ada juga gaya fiktif yang sering kita dengan, yaitu sentrifugal. Berikut merupakan contoh sentrifugal.

Kalian masih berada di mobil teman kalian. Seketika, teman kalian ingin berputar balik .Pasti kalian merasa terdorong keluar bukan ? Itulah yang disebut sebagai gaya fiktif dari sentripetal, yaitu gaya sentrifugal. Berikut merupakan persamaan koordinat polar yang telah saya jelaskan di paket sebelumnya.

$$\frac{d^2}{dt^2}\vec{r} = \left(\ddot{r} - r\dot{\theta}^2\right)\hat{r} + \left(2\dot{r}\dot{\theta} + r\ddot{\theta}\right)\hat{\theta}$$

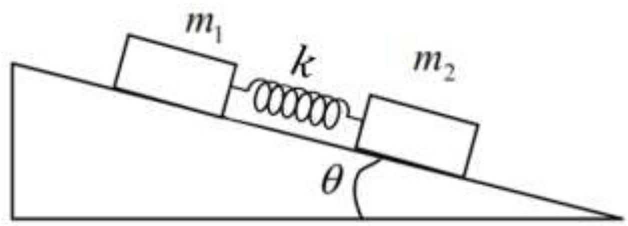
Komponen $-r\dot{\theta}^2\hat{r}$ merupakan komponen percepatan sentripetal yang arahnya masuk kedalam (ke pusat lingkaran) karena bersifat negatif. Maka benar adanya, akibat percepatan kedalam, maka tubuh terasa terdorong keluar akibat gaya fiktif. Nama percepatannya adalah sentripetal, dan percepatan fiktifnya adalah sentrifugal.

Kesimpulannya, gaya fiktif bekerja pada pusat massa objek, arahnya berlawanan dengan percepatan kerangka dan besarnya adalah massa objek dikalikan dengan percepatan kerangkanya. Itulah hubungan antara kerangka non-inersial dengan gaya fiktif.

SOAL

Untuk nomor 1 dan 2

Terdapat sebuah sistem yang bergerak pada bidang miring yang sangat kasar. Massa m_1 dan m_2 terhubung dengan pegas dengan konstanta k. Sistem dilepaskan dari keadaan diam. Setelah beberapa saat, sistem bergerak dengan percepatan yang sama. Koefisien gesek pada m_1 sebesar μ_1 dan koefisien gesek pada m_2 sebesar μ_2

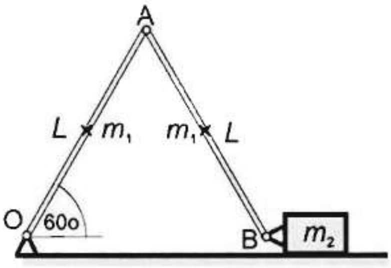


1. Tentukan percepatan sistem.
   a. $g\sin\theta - \frac{m_1\mu_1+m_2\mu_2}{m_1+m_2} g\cos\theta$
   b. $g\sin\theta + \frac{m_1\mu_1+2m_2\mu_2}{m_1-2m_2} g$
   c. $g\sin\theta$
   d. $g\sin\theta - \frac{3m_1\mu_1-m_2\mu_2}{m_1-m_2} g\cos\theta$
   e. $2g\sin\theta - \frac{1}{2}\frac{m_1\mu_1-m_2\mu_2}{m_1+m_2} g$

2. Tentukan perubahan panjang pegas.
   a. $x = \frac{1}{k}(\mu_1+\mu_2) g\sin\theta \frac{m_1m_2}{m_1-m_2}$
   b. $x = \frac{1}{k}(\mu_1-\mu_2) g\cos\theta \frac{m_1m_2}{m_1+m_2}$
   c. $x = \frac{2}{k}(\mu_2-\mu_1) g\sin\theta \frac{m_1m_2}{m_1+m_2}$
   d. $x = \frac{1}{k}(\mu_1+\mu_2) g\cos\theta \frac{m_1m_2}{4m_1+3m_2}$
   e. $x = \frac{1}{2k}(\mu_1+\mu_2) g\sin\theta \frac{m_1m_2}{m_1+m_2}$

Untuk nomor 3-11

Terdapat sebuah sistem yang tersusun atas dua batang dengan balok. Batang mempunyai massa sebesar m_1 dan balok mempunyai massa m_2. Tiga benda tersebut dihubungkan dengan engsel yang sangat licin. Abaikan semua gesekan yang mungkin terjadi. Sistem kemudin dilepas dari keadaan diam. Asumsikan perpindahan ke kanan dan ke bawah bersifat positif.



3. Tentukan persamaan posisi arah x pusat massa batang OA (acuan terhadap posisi awal).
   a. $\frac{L}{2}\cos\theta - \frac{L}{4}$
   b. $-L\sin\theta + \frac{L}{2}$
   c. $\frac{L}{4}\sin\theta - \frac{L}{2}$
   d. $L\cos\theta - \frac{L}{2}\sqrt{3}$
   e. $-\frac{L}{2}\cos\theta + \frac{L}{4}$

4. Tentukan persamaan kecepatan arah x pusat massa batang OA.
   a. $-\frac{L}{2}\sin\theta\,\dot{\theta}$
   b. $-L\cos\theta\,\dot{\theta}$
   c. $\frac{L}{4}\cos\theta\,\dot{\theta}$
   d. $-L\sin\theta\,\dot{\theta}$
   e. $\frac{L}{2}\sin\theta\,\dot{\theta}$

5. Tentukan persamaan percepatan arah x pusat massa batang OA.
   a. $-\frac{L}{2}\left(\ddot{\theta}\sin\theta + \dot{\theta}^2\cos\theta\right)$
   b. $-L\left(\ddot{\theta}\cos\theta - \dot{\theta}^2\sin\theta\right)$
   c. $\frac{L}{4}\left(\ddot{\theta}\cos\theta - \dot{\theta}^2\sin\theta\right)$
   d. $-L\left(\ddot{\theta}\sin\theta + \dot{\theta}^2\cos\theta\right)$
   e. $\frac{L}{2}\left(\ddot{\theta}\sin\theta + \dot{\theta}^2\cos\theta\right)$

6. Tentukan persamaan posisi arah y pusat massa batang AB (acuan terhadap posisi awal).
   a. $\frac{L}{4}\sqrt{3} - \frac{L}{2}\sin\theta$
   b. $\frac{L}{4} + \frac{L}{2}\sin\theta$
   c. $-\frac{L}{4}\sqrt{3} + \frac{L}{2}\sin\theta$
   d. $\frac{L}{2}\sqrt{3} - L\cos\theta$
   e. $\frac{L}{4} + \frac{L}{2}\cos\theta$

7. Tentukan persamaan kecepatan arah y pusat massa batang AB.
   a. $\frac{L}{2}\cos\theta\,\dot{\theta}$

b. $-\frac{L}{2}\cos\theta\,\dot{\theta}$
c. $-L\cos\theta\,\dot{\theta}$
d. $-\frac{L}{2}\sin\theta\,\dot{\theta}$
e. $-L\sin\theta\,\dot{\theta}$

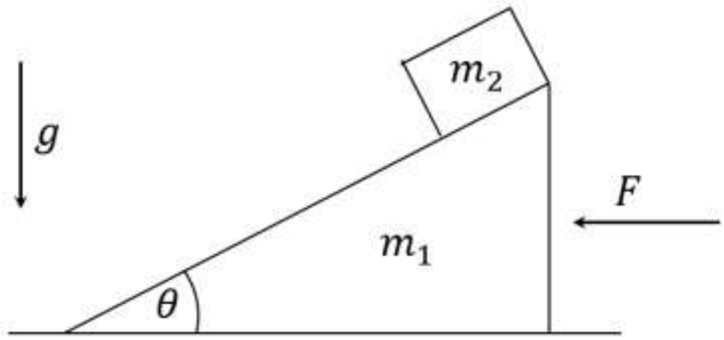
8. Tentukan persamaan percepatan arah y pusat massa batang AB.
   a. $-L(\ddot{\theta}\sin\theta+\dot{\theta}^2\cos\theta)$
   b. $-2L(\ddot{\theta}\cos\theta-\dot{\theta}^2\sin\theta)$
   c. $\frac{L}{2}(\ddot{\theta}\cos\theta-\dot{\theta}^2\sin\theta)$
   d. $-2L(\ddot{\theta}\sin\theta+\dot{\theta}^2\cos\theta)$
   e. $L(\ddot{\theta}\sin\theta+\dot{\theta}^2\cos\theta)$

9. Tentukan persamaan posisi balok m_2 (acuan terhadap posisi awal).
   a. $L\cos\theta-\frac{L}{2}$
   b. $-2L\sin\theta+L$
   c. $\frac{L}{2}\sin\theta-L$
   d. $2L\cos\theta-L$
   e. $-L\cos\theta+\frac{L}{2}$

10. Tentukan persamaan kecepatan balok m_2.
   a. $-L\sin\theta\,\dot{\theta}$
   b. $-2L\cos\theta\,\dot{\theta}$
   c. $\frac{L}{2}\cos\theta\,\dot{\theta}$
   d. $-2L\sin\theta\,\dot{\theta}$
   e. $L\sin\theta\,\dot{\theta}$

11. Tentukan persamaan percepatan balok m_2.
   a. $-L(\ddot{\theta}\sin\theta+\dot{\theta}^2\cos\theta)$
   b. $-2L(\ddot{\theta}\cos\theta-\dot{\theta}^2\sin\theta)$
   c. $\frac{L}{2}(\ddot{\theta}\cos\theta-\dot{\theta}^2\sin\theta)$
   d. $-2L(\ddot{\theta}\sin\theta+\dot{\theta}^2\cos\theta)$
   e. $L(\ddot{\theta}\sin\theta+\dot{\theta}^2\cos\theta)$

Untuk nomor 12-18
Sebuah bidang miring bermassa m_1 dengan sudut kemiringan θ yang berada di atas lantai licin ditarik dengan gaya horizontal F yang konstan ke kiri. Panjang sisi alas bidang miring adalah L. Diatas sisi miring terdapat balok m_2. Pada saat awal, sistem dalam keadaan diam dan balok berada di ujung atas bidang miring.



12. Tentukan percepatan m_1 terhadap tanah.

a. $a_{1T} = \frac{F - m_1 g \cos\theta \sin\theta}{m_2 cos^2\theta}$

b. $a_{1T} = \frac{F + m_2 g \cos\theta \sin\theta}{m_1 + m_2 sin^2\theta}$

c. $a_{1T} = \frac{F + m_2 g \cos\theta \sin\theta}{m_2}$

d. $a_{1T} = \frac{F - m_2 g \cos\theta \sin\theta}{m_1 + m_2 sin^2\theta}$

e. $a_{1T} = \frac{g \cos 2\theta}{sin^2\theta}$

13. Tentukan percepatan m_2 terhadap m_1.

a. $a_{21} = g \sin\theta - \frac{F - m_2 g \cos\theta \sin\theta}{m_2 - m_1 sin^2\theta} \sin\theta$

b. $a_{21} = g \sin\theta + \frac{F - m_1 g \sin\theta}{m_1 + m_2 sin^2\theta}$

c. $a_{21} = sin^2\theta \frac{F + m_2 g \cos\theta \sin\theta}{m_1 + m_2 sin^2\theta}$

d. $a_{21} = g \sin\theta - \frac{m_2 g \cos\theta}{m_1 + m_2 sin^2\theta} \tan\theta$

e. $a_{21} = g \sin\theta - \frac{F - m_2 g \cos\theta \sin\theta}{m_1 + m_2 sin^2\theta} \cos\theta$

14. Tentukan besar percepatan sumbu x dari m_2 terhadap tanah.

a. $a_{2Tx} = \frac{F - m_2 g \cos\theta \sin\theta}{m_1 + m_2 sin^2\theta} sin^2\theta + g \sin\theta \cos\theta$

b. $a_{2Tx} = \frac{m_2 g \cos\theta \sin\theta}{m_2 - m_1} - g \cos\theta$

c. $a_{2Tx} = \frac{F + m_2 g \cos\theta \sin\theta}{m_1} sin^2\theta - g$

d. $a_{2Tx} = \frac{F - m_1 g \sin\theta}{m_1 + m_2 sin^2\theta} cos^2\theta + g \sin\theta$

e. $a_{2Tx} = \frac{m_2 g \cos\theta}{m_1 + m_2 sin^2\theta} + g \sin\theta \cos\theta$

15. Tentukan besar percepatan sumbu y dari m_2 terhadap tanah.

a. $a_{2Ty} = g + \frac{m_2 g \cos\theta \sin\theta}{m_1 + m_2 sin^2\theta}$

b. $a_{2Ty} = g\sin\theta - \frac{F - m_2 g\cos\theta\sin\theta}{m_1}\sin\theta$
c. $a_{2Ty} = gcos^2\theta + \frac{F}{m_1 + m_2 sin^2\theta} sin^2\theta$
d. $a_{2Ty} = g\cos\theta + \frac{F - m_2 g\cos\theta\sin\theta}{m_2 sin^2\theta}$
e. $a_{2Ty} = gsin^2\theta - \frac{F - m_2 g\cos\theta\sin\theta}{m_1 + m_2 sin^2\theta}\cos\theta\sin\theta$

16. Tentukan waktu yang diperlukan balok m_2 agar sampai pada titik terendah bidang miring (abaikan dimensi balok).
    a. $\sqrt{2L\sec\theta}\left(g\cos\theta + \frac{F + m_2 g\cos\theta\sin\theta}{m_1 + m_2 sin^2\theta}\cos\theta\sin\theta\right)^{-\frac{1}{2}}$
    b. $\sqrt{2L\sec\theta}\left(sin^2\theta\,\frac{F + m_2 g\cos\theta\sin\theta}{m_1 + m_2 sin^2\theta}\right)^{-\frac{1}{2}}$
    c. $\sqrt{2L\sec\theta}\left(\frac{F - m_2 g\cos\theta\sin\theta}{m_2 - m_1 sin^2\theta}\right)^{-\frac{1}{2}}$
    d. $\sqrt{2L\sec\theta}\left(gsin^2\theta + \frac{F - m_2 g\cos\theta\sin\theta}{m_1 + m_2 sin^2\theta}\cos\theta\sin\theta\right)^{-\frac{1}{2}}$
    e. $\sqrt{2L\sec\theta}\left(g\sin\theta - \frac{F + m_2 g\cos\theta\sin\theta}{m_1 + m_2 sin^2\theta}\cos\theta\right)^{-\frac{1}{2}}$

17. Tentukan jarak yang sudah ditempuh m_1 saat m_2 sampai pada titik terendah bidang miring.
    a. $L\sec\theta\,\frac{F - m_2 g\cos\theta\sin\theta}{(m_1 + m_2 sin^2\theta)g}$
    b. $L\sec\theta\,\frac{F - m_2 g\cos\theta\sin\theta}{(m_1 + m_2 sin^2\theta)g\sin\theta - F + m_2 g\cos\theta\sin\theta}$
    c. $L\sec\theta\,\frac{F + m_2 g\cos\theta\sin\theta}{m_1 g\sin\theta + F - m_2 g\cos\theta\sin\theta}$
    d. $L\sec\theta\,\frac{m_2 g\cos\theta\sin\theta}{(m_1 + m_2 sin^2\theta)g\sin\theta + m_1 g}$
    e. $L\sec\theta\,\frac{m_2 g\cos\theta\sin\theta}{(m_1 + m_2 sin^2\theta)g\sin\theta}$

18. Tentukan syarat F agar m_2 bergerak relatif terhadap m_1.
    a. $F < g\tan\theta\,(m_1 + m_2 sin^2\theta) + m_2 g\cos\theta\sin\theta$
    b. $F = g\tan\theta\,(m_1 - m_2 sin^2\theta) - 2m_2 g$
    c. $F = 3g\cos\theta\, m_2 sin^2\theta - m_1 g\cos\theta\sin\theta$
    d. $F < m_2 g\cos\theta\sin\theta$
    e. $F > \frac{1}{2} g\sin\theta\,(m_1 + m_2 sin^2\theta) + m_2 g\cos\theta$