



Hak Cipta
Dilindungi Undang-undang

NASKAH SOAL
OLIMPIADE SAINS NASIONAL 2017
CALON PESERTA
INTERNATIONAL PHYSICS OLYMPIAD (IPhO) 2018



FISIKA Teori

Waktu: 5 jam

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
DIREKTORAT PEMBINAAN SEKOLAH MENENGAH ATAS
TAHUN 2017



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
DIREKTORAT PEMBINAAN SEKOLAH MENENGAH ATAS

OLIMPIADE SAINS NASIONAL 2017 BIDANG ILMU FISIKA

SELEKSI TIM OLIMPIADE FISIKA INDONESIA UNTUK
INTERNATIONAL PHYSICS OLYMPIAD (IPhO) TAHUN 2018

PETUNJUK TES TERTULIS TEORI:

1. Tuliskan Nomor Peserta Anda pada tempat yang telah disediakan di setiap lembar jawaban.
2. Matikan HP dan simpan didalam tas masing-masing selama tes berlangsung.
3. Soal terdiri dari 5 soal esay. Waktu total untuk mengerjakan tes adalah 5 jam tanpa istirahat.
4. Skore nilai untuk setiap nomor soal berbeda dan telah tertulis pada setiap awal soal.
5. Peserta diharuskan menuliskan jawabannya pada lembar jawaban yang terpisah untuk setiap nomor soal yang berbeda. Jangan menuliskan dua nomor jawaban atau lebih pada satu lembar jawaban yang sama.
6. Gunakan **ballpoint** untuk menulis jawaban Anda dan jangan gunakan pensil. Jawaban yang menggunakan pensil tidak akan dinilai, kecuali untuk gambar/kurva jika diperlukan.
7. Peserta **tidak** diperkenankan menggunakan kalkulator.
8. Peserta dilarang saling meminjamkan alat tulis apapun.
9. Peserta dilarang meninggalkan ruangan hingga waktu tes selesai.
10. Beberapa formula berikut, mungkin bermanfaat:

$$\int \frac{dx}{x} = \ln x + C$$

Untuk x yang kecil ($x \ll 1$) berlaku pendekatan: $e^{ax} = 1 + ax + \frac{a^2 x^2}{2!} + \frac{a^3 x^3}{3!} + \dots \approx 1 + ax$

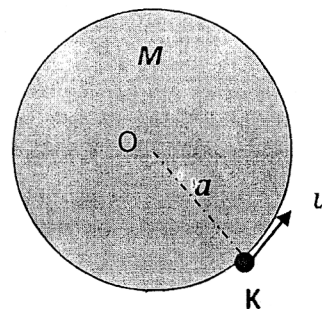
$\ln 2 = 0,693$; $\ln 3 = 1,099$; dan $\ln 5 = 1,609$

Soal Fisika Teori

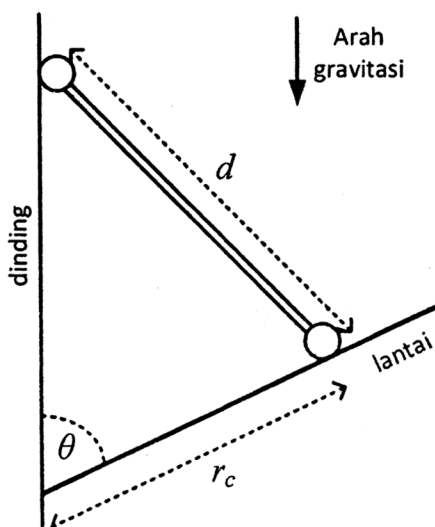
OSN 2017

Pekanbaru, 5 Juli 2017

1. (10 poin) Sebuah piringan lingkaran (massa M , jari-jari a) digantung pada engsel/sumbu simetri mendatar tanpa gesekan yang melalui titik pusat piringan O (lihat gambar). Seekor kumbang K bermassa m bergerak merambat di tepian piringan dengan kelajuan konstan u . Piringan mula-mula dikondisikan dalam keadaan diam dahulu kemudian dilepas bersamaan dengan saat kumbang sedang berada di titik terbawah tepian piringan. Tentukan besar minimum kelajuan u yang diperlukan agar kumbang akhirnya berhasil mencapai posisi tertinggi di tepian piringan tersebut.



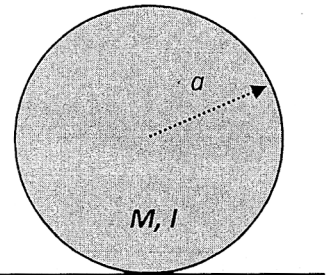
2. (12 poin) Sebuah pojokan terdiri dari dinding dan lantai yang membentuk sudut θ seperti ditunjukkan pada gambar di bawah. Sebuah dumbbell yang terdiri dari dua bola identik yang bermassa m dan terhubung oleh sebuah batang tak bermassa dengan panjang d . Dumbbell disimpan seperti pada gambar dan berada dalam posisi setimbang. Diketahui percepatan gravitasi adalah g dan anggap bola sebagai partikel titik. Abaikan semua gaya gesekan.



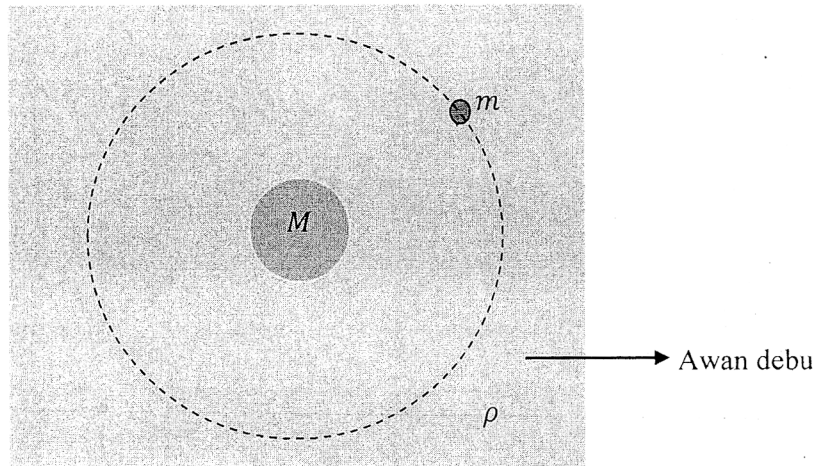
Tentukan:

- $\sin \theta$ dinyatakan dalam $\delta = r_c/d$.
- nilai $\sin \theta$ untuk kasus $\delta = 1$.
- besar masing-masing gaya yang diberikan dumbbell pada dinding dan lantai (dinyatakan dalam δ , m dan g).
- jenis kesetimbangan dari sistem dumbbell tersebut.

3. (12 poin) Tinjau sebuah roda pejal dengan massa M , jari-jari a dan momen inersia I terhadap sumbu roda yang melewati pusat massanya (lihat gambar). Roda berputar di sekitar sumbunya dengan kelajuan sudut konstan ω_0 , lalu dilepas pada posisi tegak di atas bidang lantai datar sehingga roda sempat tergelincir (*slip*) selama waktu τ lalu selanjutnya mulai menggelinding tanpa *slip*. Diketahui koefisien gesek antara roda dengan bidang lantai datar adalah μ .



- Tentukan besar τ dan kecepatan pusat massa roda v saat menggelinding. Buat skets grafik hubungan antara gaya F yang bekerja, kecepatan v dan kecepatan sudut ω terhadap waktu t .
 - Katakan roda dalam soal (a) di atas memiliki kelajuan pusat massa awal v_0 selain kelajuan sudut ω_0 sehingga roda mulai menggelinding tanpa *slip* tepat pada saat $t = \tau$. Tentukan nilai τ tersebut dan kelajuan pusat massa $v(\tau)$. Hitung besar energi kinetik yang hilang karena harus mengatasi gaya gesek agar tidak *slip*.
 - Sekarang tinjau roda dalam soal (a) di atas yang telah memiliki kelajuan pusat massa awal v_0 dan kelajuan sudut $-\omega_0$. Dalam kasus sekarang, roda tergelincir dulu selama τ dan kemudian menggelinding tanpa *slip*. Tentukan nilai τ tersebut dan kelajuan pusat massa $v(\tau)$.
4. (18 poin) Sebuah planet dengan massa m mengorbit Matahari yang bermassa M . Terdapat awan debu yang tersebar merata pada di luar angkasa dengan kerapatan ρ , termasuk diantara planet tersebut dan Matahari. Diketahui bahwa konstanta gravitasi umum adalah G serta pengaruh gesekan dan tumbukan antara partikel debu dan planet dapat diabaikan.

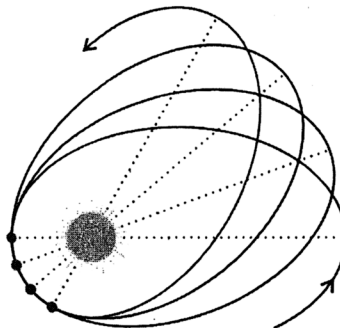


- a. Tunjukkan bahwa awan debu memberikan penambahan gaya gravitasi planet terhadap Matahari yang sebanding dengan jarak planet dan Matahari r dalam bentuk:

$$F' = kmr$$

Tentukan nilai konstanta k .

- b. Tinjau kasus dimana planet bergerak dengan momentum sudut yang konstan sebesar L . L juga merupakan nilai momentum sudut jika planet bergerak melingkar dengan jari-jari r_0 . Tentukan persamaan gerak planet dalam arah radial yang menghubungkan r_0 , L , G , M , m , dan k .
- c. Tentukanlah periode revolusi planet mengelilingi Matahari jika diasumsikan orbit planet adalah lingkaran. Nyatakan jawaban dalam L , m , dan r_0 .
- d. Pada suatu ketika planet mengalami sedikit simpangan kecil pada arah radial sehingga orbitnya terganggu. Tunjukkan bahwa planet mengalami gerak osilasi harmonik sederhana pada arah radial.
- e. Asumsikan nilai F' cukup kecil jika dibandingkan dengan gaya tarik Matahari. Tunjukkan bahwa orbit planet membentuk "*precessing ellipse*".
 Hint: gerakan *precessing ellipse* adalah gerakan dengan bentuk dasar elips, namun sumbu elips tersebut juga ikut berputar (lihat gambar di bawah). Anda tidak perlu menggunakan persamaan elips untuk mengerjakan soal ini.

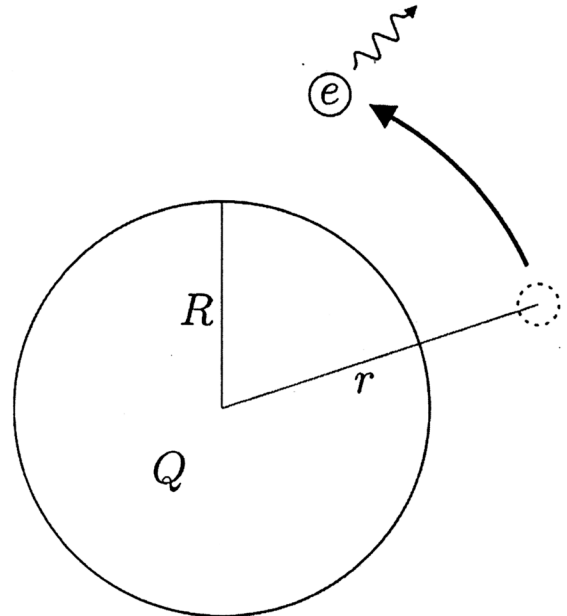


- f. Tentukan waktu yang dibutuhkan planet untuk kembali ke titik semula (titik sebelum mengalami simpangan) untuk pertama kalinya. Nyatakan jawaban dalam L , m , k , dan r_0 .
- g. Apakah arah putar dari sumbu elips selama gerakan *precessing ellipse* searah atau berlawanan dengan arah kecepatan sudut planet? Jelaskan.

5. (18 poin) Sebuah bola pejal berjari-jari R memiliki muatan total $+Q$ dengan persebaran densitas muatan merata. Sebuah elektron bermuatan $-e$ bermassa m dapat **bergerak bebas** di daerah dalam dan luar bola tersebut. Elektron tersebut bergerak membentuk orbit lingkaran pada jarak r dari pusat bola. Dalam gerakannya, elektron tersebut dipercepat dengan gaya sentripetal sehingga akan terjadi radiasi P yang dapat dinyatakan dengan

$$P = C\xi a^n$$

dimana C konstanta tak berdimensi dengan nilai $C = 1/6$, ξ adalah konstanta fisik sebagai fungsi dari muatan Q , laju cahaya c , dan permitivitas ruang vakum ϵ_0 , serta a adalah percepatan muatan dan n konstanta tak berdimensi. Persamaan di atas dikenal sebagai *Larmor formula*.



Sebelumnya, abaikan radiasi pada soal berikut.

- Ambil $r < R$, tentukan periode T gerak orbit electron (nyatakan dalam $r, R, Q, e, m, \epsilon_0$)!
- Ambil $r > R$, tentukan periode T gerak orbit electron (nyatakan dalam $r, R, Q, e, m, \epsilon_0$)!
- Asumsikan elektron berada pada posisi diam di $r = 2R$, tentukan kelajuan elektron saat melewati titik pusat bola bermuatan (nyatakan dalam R, Q, e, m, ϵ_0)!

Sekarang radiasi tak diabaikan.

- Tentukan ekspresi $\xi(q, c, \epsilon_0)$ dan n , lalu tentukan formula *Larmor* P diatas (nyatakan dalam a, c, q, ϵ_0)!

Asumsikan bentuk orbit setelah mengalami radiasi **tetap berbentuk lingkaran** dan jari-jari orbit tersebut berubah sebesar $|\Delta r| \ll r$.

- Ambil $r < R$, tentukan perubahan jari – jari orbit Δr dalam satu orbit ($r, R, Q, e, m, \epsilon_0, c$)!
- Ambil $r > R$, tentukan perubahan jari – jari orbit Δr dalam satu orbit ($r, R, Q, e, m, \epsilon_0, c$)!
- Tentukan waktu yang dibutuhkan elektron untuk jatuh dari orbit $r = R$ ke orbit $r = \frac{R}{2}$ ($r, R, Q, e, m, \epsilon_0, c$)!

==== Selamat bekerja, semoga sukses! ====