SELEKSI TINGKAT MADRASAH

KOMPETISI SAINS MADRASAH

2020

NASKAH SOAL

MADRASAH ALIYAH

Bidang: Fisika Terintegrasi

KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA

MADRASAH ALIYAH NEGERI 3 GARUT

PETUNJUK UMUM

1. Sebelum mengerjakan soal, bacalah *basmalah* terlebih dahulu.
2. Telitilah kelengkapan nomor pada naskah soal. Naskah ini terdiri dari **25 soal** pilihan ganda
3. Waktu yang disediakan untuk menyelesaikan seluruh soal pada naskah ini **120 menit**.
4. Tuliskan identitas Anda (Nomor Peserta, Nama, Tanggal Lahir, dan Asal Madrasah/Sekolah) secara lengkap pada Lembar Jawaban Ujian (LJU)!
5. Pilihlah jawaban Anda pada Lembar Jawaban Ujian (LJU) yang tersedia, dengan menghitamkan bulatan sampai penuh.
6. Anda dapat menggunakan bagian yang kosong pada naskah soal untuk keperluan corat-coret. Jangan menggunakan lembar jawaban ujian untuk keperluan corat-coret!
7. Selama ujian berlangsung, Anda tidak diperkenankan: (a) menggunakan alat hitung dalam bentuk apapun, (b) menggunakan alat komunikasi dalam bentuk apapun, (c) bertanya atau meminta penjelasan kepada siapapun tentang soal-soal ujian, termasuk kepada pengawas ujian, dan (d) keluar-masuk ruang ujian.
8. Harap diperhatikan agar LJU tidak kotor, tidak terlipat, tidak basah, dan tidak robek.
9. Setelah ujian selesai, Anda diminta tetap duduk sampai pengawas selesai mengumpulkan LJU. Anda dipersilahkan keluar ruang setelah mendapat perintah dari pengawas dan naskah soal dikembalikan.
10. Anda akan mendapatkan 5 poin untuk setiap pilihan jawaban yang benar, -2 poin untuk setiap pilihan jawaban yang salah, dan -1 poin untuk pertanyaan yang tidak terjawab.
11. Apabila ada hal-hal yang kurang jelas atau perlu ditanyakan, silakan langsung bertanya kepada pengawas ujian.

PETUNJUK KHUSUS

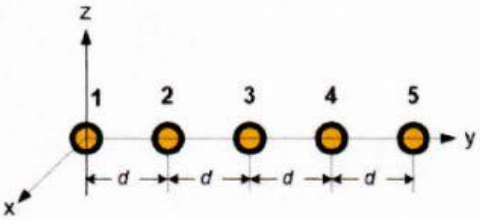
Perhatikan petunjuk khusus mengerjakan soal yang tertera pada halaman naskah soal ujian!

DOKUMEN NEGARA

Dilarang keras memperbanyak dan menjual kepada umum tanpa seizin
Direktorat Jenderal Pendidikan Islam Kementerian Agama RI

Pilihlah jawaban yang paling benar (A, B, C atau D) dari soal-soal berikut!

1. Terdapat lima buah kabel pararel yang terpisah satu sama lainnya dengan jarak yang sama antar kabel yaitu $d = 8\ cm$, mempunyai panjang kabel $10\ m$, dan membawa arus yang besarnya sama, $300\ A$ keluar bidang atau sisi depan permukaan. Setiap kabel saling terpengaruh dari gaya magnetik yang diberikan oleh kabel yang lain. Menggunakan notasi vektor satuan, pernyataan berikut ini yang benar terkait total gaya magnetik pada setiap kabel adalah ....



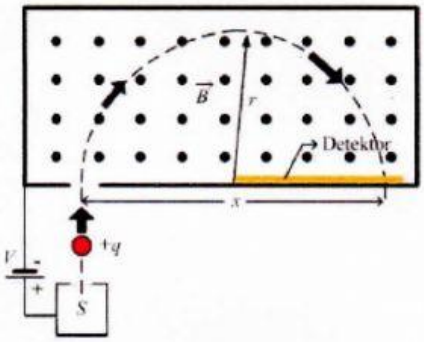
(A) Kabel 1 = $(4{,}69 \times 10^{-4}\text{N})\hat{j}$

(B) Kabel 2 = $(1{,}88 \times 10^{-4}\text{N})\hat{j}$

(C) Kabel 4 = $(2{,}35 \times 10^{-4}\text{N})\hat{j}$

(D) Kabel 5 = $(-3{,}43 \times 10^{-4}\text{N})\hat{j}$

2. Gambar berikut menunjukkan skema alat spektrometer massa yang dapat digunakan untuk mengukur massa dari sebuah ion.



Sebuah ion dengan muatan q yang akan diukur massanya berasal dari sumber S. Ion dari keadaan diam, dipercepat dengan medan listrik yang dihasilkan dari suatu beda potensial V. Ion memasuki tabung yang mempunyai medan magnetik seragam $\vec{B}$ yang berarah keluar bidang tegak lurus terhadap lintasan ion. Ion bergerak separuh lingkaran dan menumbuk detektor lebar berbentuk garis yang terdapat pada bagian dasar tabung pada titik yang berjarak $x = 1{,}6\ m$. Jika $B = 80\ mT$, $V = 1000\ V$ dan muatan ion $q = +1{,}6 \times 10^{-19}\ C$. Berapakah massa dari ion tunggal?

(A) $1{,}4 \times 10^{-25}$ kg
(B) $2{,}6 \times 10^{-25}$ kg
(C) $3{,}3 \times 10^{-25}$ kg
(D) $4{,}1 \times 10^{-25}$ kg

3. Allah berfirman dalam Al Quran surat Saba' ayat 2 yang artinya "Dia mengetahui **apa** yang masuk ke dalam bumi dan **apa** yang ke luar darinya, apa yang turun dari langit dan apa yang naik kepada-Nya. Dan Dia Maha Penyayang lagi Maha Pengampun". Ayat tersebut menggambarkan tentang fenomena yang terjadi setiap saat pada bumi kita, adanya "**apa** (sesuatu)" yang naik atau turun ke bumi kita. Atmosfer bumi bagian bawah berisikan ion negatif maupun positif yang diproduksi dari elemen-elemen radioaktif di tanah dan sinar kosmik dari angkasa. Pada suatu daerah yang tercatat mempunyai kuat medan listrik $320\ V/m$ dengan arah medannya turun ke bawah menghasilkan ion tunggal bermuatan positif dengan densitas $690\ cm^{-3}$ menuju permukaan bumi dan ion tunggal bermuatan negatif melayang menuju ke atas meninggalkan permukaan bumi dengan densitas $560\ cm^{-3}$. Apabila konduktivitas udara di tempat itu adalah $2{,}80 \times 10^{-14}\ (\Omega m)^{-1}$, berapakah kecepatan ion saat melayang, dengan asumsi kecepatan ion positif dan negatif sama.....

(A) 2,00 cm/s
(B) 3,20 cm/s
(C) 5,35 cm/s
(D) 6,42 cm/s

4. Wukuf di padang Arafah adalah salah satu rukun haji. Pada malam hari, suhu udara di padang Arafah bisa sangat dingin, dan tenda-tenda jamaah haji didirikan dengan jarak yang sangat berdekatan. Asumsikan bahwa tenda berbentuk silinder bundar dengan luas permukaan atas $a = 1{,}4\ m^2$ dan tingginya $h = 4{,}2\ m$. Apabila P_r adalah rata-rata energi yang dilepaskan masing-masing tenda ke lingkungannya melalui sisi atas dan samping tenda, kemudian NP_r adalah rata-rata dari *N* yang identik. Jika tenda-tenda saling menempel rapat dan gabungan tenda tersebut juga membentuk silinder besar dengan permukaan atasnya *Na* dan tinggi *h*, rata-rata radiasi silinder besar adalah P_h. Jika *N* = 1000, berapa persentase total energi yang bisa disimpan atau tidak terlepas dari tenda-tenda yang rapat tersebut?

(A) 60%
(B) 70%
(C) 80%
(D) 90%

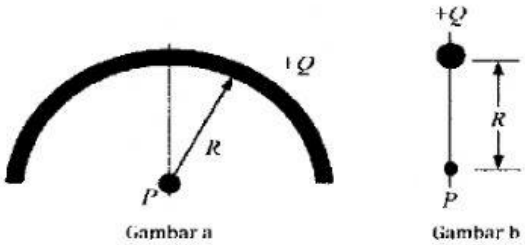
5. Sebuah Tim Gerak Cepat Kesehatan Haji Indonesia membawa sebuah tabung Oksigen berbentuk silinder dengan ukuran *6,7 liter* dan bertekanan *250 bar* sejak pukul 05.00 dini hari saat suhu udara masih pada *15°C*. Mereka bertugas di sekitar Ka'bah untuk menolong jamaah haji yang sakit saat menunaikan tawaf. Setelah Dzuhur pada pukul 14.00, suhu udara di Makah menjadi *38°C* dan volumenya telah menjadi *3,5 liter*. Jika diasumsikan sebagai gas ideal dengan suhu gas sama dengan suhu udara Makah, berapakah tekanannya sekarang?

(A) 510 *atm*
(B) 758 *atm*
(C) 996 *atm*
(D) 1212 *atm*

6. Pemerintah Indonesia berencana membangun pusat pembangkit listrik, yang menghasilkan daya listrik sebesar *755 MW* dengan konsumsi bahan bakar batubara sebesar *420 ton* per *jam*. Panas yang dihasilkan pembakaran batubara tersebut adalah *32 MJ/kg*. Berapakah efisiensi dari pusat pembangkit listrik tersebut?

(A) 10%
(B) 15%
(C) 20%
(D) 25%

7. Sebuah kubah masjid berbentuk busur cincin setengah lingkaran (Gambar a) berjari-jari *R*, dengan muatan *+Q* yang terdistribusi merata menghasilkan medan listrik *Ec* pada titik *P*. Apabila kubah tersebut runtuh sehingga menjadi sebuah titik dengan jarak *R* dari *P* (Gambar b), berapakah besar faktor pengali dari medan listrik pada titik *P*?

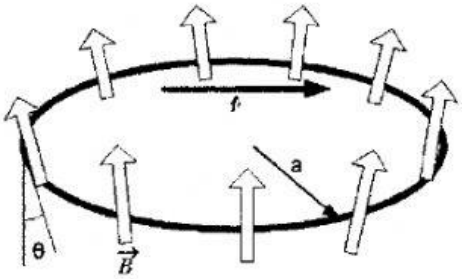


(A) 1,04
(B) 1,35
(C) 1,57
(D) 1,70

8. Terdapat dua buah elektron yang terpisah pada jarak *2 cm*, kemudian dari jarak takterhingga ditembakkanlah sebuah elektron sehingga elektron tersebut berada diantara kedua elektron sebelumnya. Berapakah kecepatan awal dari elektron yan g ditembakkan tersebut?

(A) 2,7 *m/s*
(B) 3,2 *m/s*
(C) 4,5 *m/s*
(D) 5,3 *m/s*

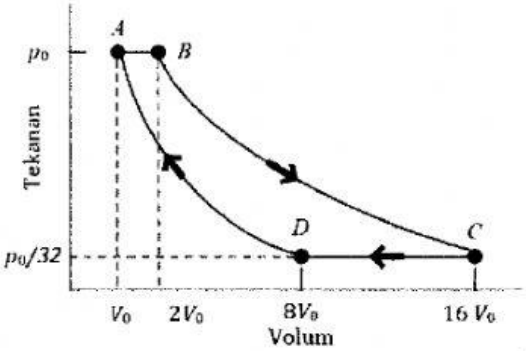
9. Gambar dibawah ini menunjukkan sebuah kabel yang berbentuk lingkaran dengan arus di dalamnya *i = 4,6 mA*, berjari-jari *a = 1,8 cm* dan tegak lurus terhadap arah radial simetrik yang menyimpangkan medan magnetik.



Medan magnetik sebesar *B = 3,4 mT* terdapat pada seluruh tempat disekitar kabel berbentuk lingkaran tersebut berarah $\theta = 20^o$ terhadap normal bidang kabel. Berapakah besar gaya dari medan yang ada pada lingkaran?

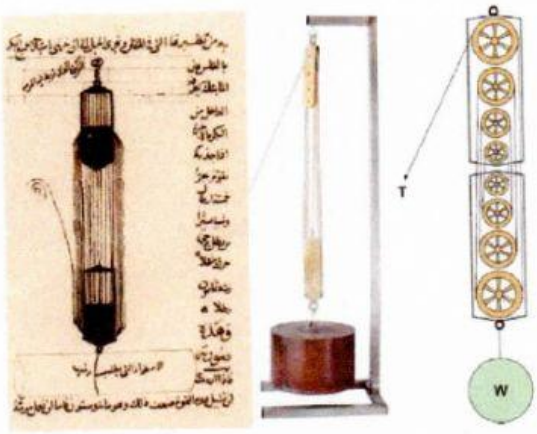
(A) $6{,}0 \times 10^{-7}$ N
(B) $7{,}5 \times 10^{-7}$ N
(C) $8{,}3 \times 10^{-7}$ N
(D) $9{,}6 \times 10^{-7}$ N

10. Sebuah gas ideal (*1 mol*) pada mesin yang beroperasi seperti pada siklus di bawah ini, Proses *BC* dan *DA* adiabatik, maka pernyataan yang benar adalah ....



(A) Gas yang terdapat pada mesin tersebut termasuk jenis gas diatomik
(B) Efisiensi mesinnya adalah 75%
(C) Kalor yang diserap pada proses $A \rightarrow B$ adalah $-\frac{1}{4}p_0V_0\left(\frac{5}{2}\right)$
(D) Kalor yang dilepaskan pada proses $C \rightarrow D$ adalah $p_0V_0\left(\frac{5}{2}\right)$

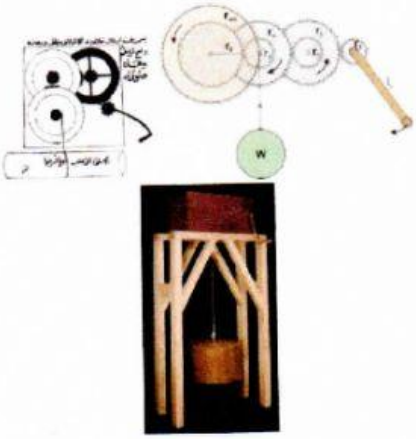
11. Ilmuwan dinasti Utsmaniyah **Taqi al-Din Muhammad ibn Ma'ruf ash-Shami al-Asadi** (1526-1585 M) merancang sistem katrol pengangkut beban yang tercantum dalam *Kitab at-Turuq as-Saniyya fi al-Alat ar-Ruhaniyya* sebagai berikut :



Jika sistem diberi beban seberat *W* dengan massa *20 kg*, maka besar gaya *T* minimal agar dapat mengangkat beban tersebut (Gunakan $g = 10\ m/s^2$ dan diasumsikan semua katrol licin) adalah...

(A) 20,68341 *N*
(B) 25,78431 *N*
(C) 28,57143 *N*
(D) 30,27532 *N*

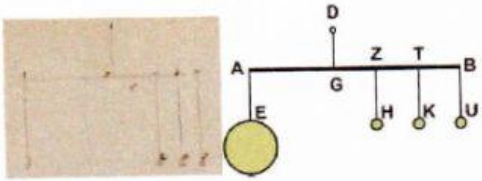
12. Dalam *Kitab at-Turuq as-Saniyya fi al-Alat ar-Ruhaniyya*, **Taqi al-Din Muhammad ibn Ma'ruf ash-Shami al-Asadi** (1526-1585 M) merancang sistem *gear* terkopel pengangkut beban seperti sistem berikut



Jika diketahui $l_{pemutar} = 8r$, $r_1 = r_3 = r_5 = r$, $r_2 = r_4 = r_6 = 3r$, $r_{tali} = 4r$, dan berat beban *108 N*, maka gaya minimal untuk dapat mengangkat beban tersebut adalah...

(A) 54 *N*
(B) 27 *N*
(C) 4 *N*
(D) 2 *N*

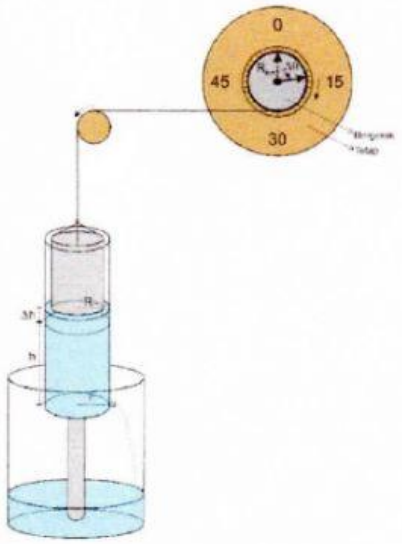
13. **Thabit ibn Qurra** (826-901 M) merupakan ilmuwan pada dinasti Abbasiyyah menulis sebuah *Kitab fi al-Qarastun* yang berisi tentang gaya berat dan kesetimbangan benda tegar, serta pembuatan neraca. Berikut adalah model keseimbangan sistem Thabit ibn Qurra.



Jika jarak $AG = 40\ cm$, $GZ = 20\ cm$, $ZT = 20\ cm$, $TB = 20\ cm$, dan massa $M_E = 10\ kg$, $M_H = 2\ kg$, $M_U = 2\ kg$, $g = 10\ m/cm^2$, maka massa M_K, agar sistem setimbang di titik G adalah...

(A) 6 *kg*
(B) 12 *kg*
(C) 18 *kg*
(D) 24 *kg*

14. Ilmuwan Islam pionir robotika yang bernama **Abu al-'Izz ibn Isma'il ibn ar-Razaz al-Jazari** (1136–1206 M) membuat berbagai robot serta berbagai jenis jam tenaga air (*water clock*) pertama di dunia yang tercatat pada *Kitab fi ma'rifat al-hiyal al-handasiya*. Berikut adalah skema prinsip kerja jam tenaga air sederhana.



Jika jari-jari lubang di bawah tabung adalah r, jari-jari tabung adalah R, jari-jari lingkaran jam adalah R_{jam}, sudut putar lingkaran jam adalah θ serta ketinggian permukaan air ke lubang adalah h. Dari desain jam tenaga air al-Jazari tersebut (Asumsikan tekanan karena tabung pelampung sangat kecil sehingga dapat diabaikan), sudut putar lingkaran jam terhadap waktu adalah...

(Catatan: debit $Q = Av = \frac{\Delta V}{\Delta t}$)

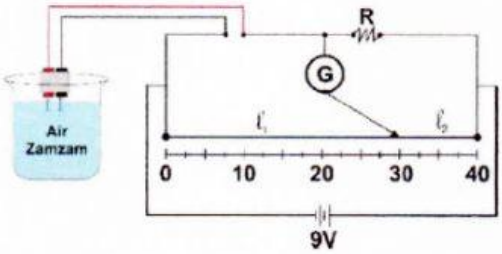
A. $\theta = \left(\sqrt{\theta_0} - \frac{r^2}{R^2}\sqrt{\frac{g}{R_{jam}}} \cdot t\right)^2$

B. $\theta = \left(\sqrt{\theta_0} - \frac{2r^2}{R^2}\sqrt{\frac{g}{2R_{jam}}} \cdot t\right)^2$

C. $\theta = \left(\sqrt{\theta_0} - \frac{r^2}{R^2}\sqrt{\frac{g}{2R_{jam}}} \cdot t\right)^2$

D. $\theta = \left(\sqrt{\theta_0} - \frac{r^2}{2R^2}\sqrt{\frac{g}{R_{jam}}} \cdot t\right)^2$

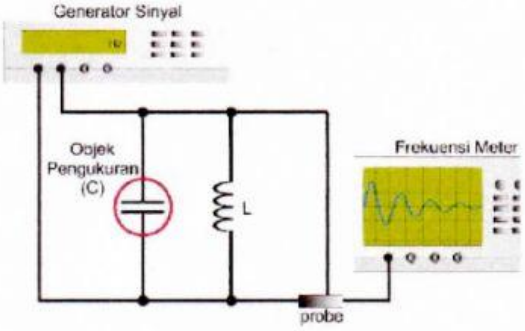
15. Air zam-zam merupakan air yang memiliki sejarah dalam peradaban Islam. Salah satu metode untuk mengetahui keaslian dari air zam-zam serta untuk mencegah pemalsuan adalah dengan menganalisis karakteristik listrik dari air tersebut, dalam hal ini yaitu hambatan jenisnya. Salah satu metode paling konvensional untuk mengetahui resistansi dari suatu bahan tanpa menggunakan multimeter adalah dengan menggunakan metode jembatan Wheatstone yang ditemukan oleh **Samuel Hunter Christie** Tahun 1833 dan disempurnakan oleh **Sir Charles Wheatstone** Tahun 1843. Diketahui suatu desain rangkaian jembatan wheatstone berikut.



Jika diketahui $l_1 = 10\ cm$, $l_2 = 30\ cm$, dan $R = 2700\ \Omega$ maka hambatan jenis air zam-zam jika luas permukaan elektroda yang berinteraksi $A = 0{,}000117\ m^2$ dan jarak antara dua elektroda $l = 0{,}009\ m$ adalah...

(A) $9.7\ \Omega m$
(B) $11.7\ \Omega m$
(C) $13.7\ \Omega m$
(D) $15.7\ \Omega m$

16. Pada tahun 2018 di laboratorium UIN Kementerian Agama RI telah dibuat suatu alat yang dapat mengukur kapasitansi lemak babi untuk kebutuhan pangan halal yang terbebas dari bahan haram. Alat ini bekerja berdasarkan prinsip resonansi rangkaian *LC*. Jika induktor yang digunakan adalah $1\,mH$, dan frekuensi yang terbaca oleh frekuensi meter sebesar *4,11144729 MHz*. Tentukan kapasitansi lemak babi tersebut!

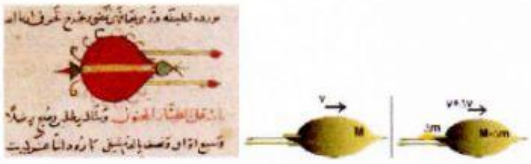


(A) $0.5\,pF$
(B) $1.0\,pF$
(C) $1.5\,pF$
(D) $2.0\,pF$

17. Dalam *Kitab at-Turuq as-Saniyya fi al-Alat ar-Ruhaniyya*, **Taqi al-Din Muhammad ibn Ma'ruf ash-Shami al-Asadi** (1526-1585) memperkenalkan penerapan mesin uap untuk menggerakan pemanggang daging. Jika mesin uap Taqi al-Din bekerja pada suhu 327^0C. Mesin ini mengubah air menjadi uap yang menghasilkan usaha untuk menggerakan baling-baling pemutar pemanggang daging. Suhu diluar mesin pada saat itu adalah 27^0C. Jika mesin ini menyerap kalor sebesar $600\,J$ dan 60% usaha maksimum yang dilakukan oleh mesin tersebut digunakan menjadi energi kinetik putaran baling-baling yang memiliki momen inersia $0.04\,kg \cdot m^2$, maka kecepatan sudut yang dihasilkannya adalah...

(A) $30\sqrt{10}\,rad/s$
(B) $15\sqrt{10}\,rad/s$
(C) $7\sqrt{10}\,rad/s$
(D) $3\sqrt{10}\,rad/s$

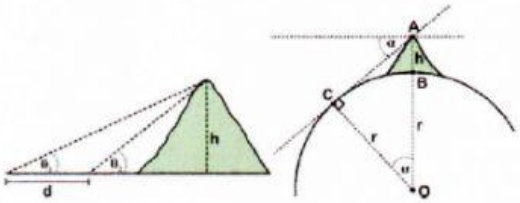
18. **Hasan ar-Rammah Najm al-Din al-Ahdab** (Meniggal tahun 1295 M) Ilmuwan Islam yang berasal dari Syam pada sekitar tahun 1275 M membuat teknologi roket (torpedo) dan berbagai teknologi militer lainnya yang tertuang dalam *Kitab al-Furusiya wa al-Manasib al-Harbiya.*



Sebuah roket ar-Rammah pada saat t bermassa M bergerak horizontal diatas permukaan laut dengan kecepatan v (kerangka acuan pengamat ditempat peluncuran, serta abaikan gesekan antara roket dan permukaan air). Pada saat posisi $t + \Delta t$, massa roket berkurang sebesar $-\Delta M$ tetapi kecepatan roket bertambah menjadi $v + \Delta v$ (kerangka acuan pengamat ditempat peluncuran), karena adanya pembuangan bahan bakar sebesar Δm yang menyembur dengan kecepatan u berlawanan arah dengan roket (kerangka acuan roket). Kecepatan roket tiap satuan waktu adalah...

(A) $v_t = v_0 - u \ln \frac{M_0}{M_t}$
(B) $v_t = v_0 + u \ln \frac{M_0}{2M_t}$
(C) $v_t = v_0 - u \ln \frac{2M_t}{M_0}$
(D) $v_t = v_0 + u \ln \frac{M_0}{M_t}$

19. **Abu Rayhan Muhammad ibn Ahmad al-Biruni** (973-1050 M) dalam karyanya yaitu *Kitab Ifrad al-Maqal fi Amr al-Zilal* melakukan penghitungan ketinggian h (vertikal) gunung dengan melakukan dua pengukuran sudut dari posisinya berpijak ke arah puncak gunung (θ_1 dan θ_2) dengan jarak antara dua pengukuran tersebut sebesar d. Kemudian al-Biruni menentukan jari-jari bola bumi yang berguna untuk penentuan gravitasi bumi dengan mengukur sudut horizon α dari puncak sebuah gunung yang telah dilakukan penghitungan ketinggiannya h yang tercantum dalam kitabnya yang lain yaitu *Kitab Tahdid Nihayat al-Amakin Litashih Masafat al-Masakin*. Jari-jari bumi tersebut adalah...



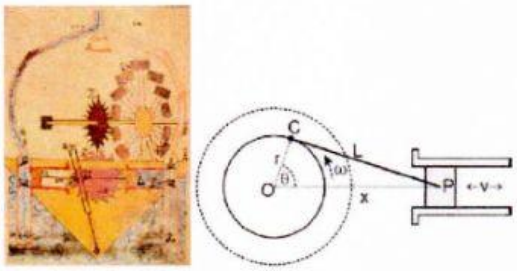
(A) $r = \frac{(1-\cos\alpha)}{d\cos\alpha}\frac{\tan\theta_1 \cdot \tan\theta_2}{(\tan\theta_2 - \tan\theta_1)}$

(B) $r = \frac{d\cos\alpha}{(1-\cos\alpha)}\frac{(\tan\theta_2 - \tan\theta_1)}{\tan\theta_1 \cdot \tan\theta_2}$

(C) $r = \frac{d\cos\alpha}{(1-\cos\alpha)}\frac{\tan\theta_1 \cdot \tan\theta_2}{(\tan\theta_2 - \tan\theta_1)}$

(D) $r = \frac{d\cos\alpha}{(1-2\cos\alpha)}\frac{\tan\theta_1 \cdot \tan\theta_2}{(\tan\theta_2 - \tan\theta_1)}$

20. Dalam *Kitab fi ma'rifat al-hiyal al-handasiya*, **Abu al-'Izz ibn Isma'il ibn ar-Razaz al-Jazari** (1136–1206 M) membuat sistem engkol-piston sebagai penggerak pompa air. Dalam teknologi modern sistem engkol-piston diadopsi dalam berbagai mesin berbahan bakar. Berikut adalah gambar karya al-Jazari dan model mekanisme sistem engkol-piston.



Lingkaran engkol dapat bergerak rotasi dengan kecepatan sudut ω terhubung dengan piston yang bergerak translasi dengan kecepatan v. Berdasarkan desain tersebut, diketahui jari-jari engkol sebesar r, batang penghubung engkol dan piston panjangnya adalah L. Kecepatan translasi piston sepanjang garis x adalah...

A. $v = -r\omega \cdot \sin\omega t - \frac{r^2\omega \cdot \sin 2\omega t}{2\sqrt{l^2 - r^2\sin^2\omega t}}$

B. $v = -r\omega \cdot \cos\omega t + \frac{r^2\omega \cdot \sin 2\omega t}{\sqrt{l^2 - r^2\sin^2\omega t}}$

C. $v = -r\omega \cdot \sin\omega t - \frac{r^2\omega \cdot \cos 2\omega t}{2\sqrt{l^2 - r^2\sin^2\omega t}}$

D. $v = -r\omega \cdot \sin\omega t + \frac{r^2\omega \cdot \sin\omega t}{\sqrt{l^2 - r^2\sin^2\omega t}}$