

Nama:

Kelas:

Pilihan Ganda

1. **Indikator: Interpretasi-Sub: Analisis Makna**

Seorang pemain Sepak Rago menendang bola rotan dari permukaan tanah dengan kecepatan awal 12 m/s pada sudut elevasi 30° . Diketahui nilai percepatan gravitasi bumi di tempat tersebut adalah 10 m/s^2 dan gesekan udara diabaikan. Berdasarkan data fisis tersebut, **apa artinya ini** bagi nilai komponen kecepatan awal bola pada arah horizontal (v_{0x}) dan arah vertikal v_{0y}

- A. $v_{0x} = 6 \text{ m/s}$ dan $v_{0y} = 6\sqrt{3} \text{ m/s}$
- B. $v_{0x} = 6\sqrt{3} \text{ m/s}$ dan $v_{0y} = 6 \text{ m/s}$
- C. $v_{0x} = 12 \text{ m/s}$ dan $v_{0y} = 0 \text{ m/s}$
- D. $v_{0x} = 0 \text{ m/s}$ dan $v_{0y} = 12 \text{ m/s}$
- E. $v_{0x} = 10 \text{ m/s}$ dan $v_{0y} = 10 \text{ m/s}$

2. **Indikator Ganda: Interpretasi & Analisis**

Sebuah bola rago ditendang melambung dan membentuk lintasan parabola sempurna. Pada saat bola mencapai titik tertinggi dari lintasannya, seorang siswa menyatakan bahwa semua komponen kecepatan dan percepatan yang bekerja pada bola bernilai nol karena bola berhenti bergerak sesaat. Berdasarkan hukum-hukum mekanika gerak proyektil, **bagaimana kita harus memahami hal itu dan apa dasar Anda mengatakan hal itu** bahwa pernyataan siswa tersebut keliru?

- A. Bola berhenti total karena komponen kecepatan horizontal dan vertikalnya habis secara bersamaan.
- B. Bola mengalami percepatan horizontal konstan yang berlawanan dengan arah tarikan gravitasi bumi.
- C. Komponen kecepatan vertikal bertambah maksimal sedangkan komponen horizontalnya bernilai nol.
- D. Bola masih memiliki kecepatan horizontal tetap dan percepatan gravitasi (g) yang arahnya vertikal ke bawah.
- E. Kecepatan bola di titik tertinggi selalu setara dengan nilai kuadrat dari percepatan gravitasinya.

3. **Indikator: Analisis - Sub: Identifikasi Alasan**

Dalam menganalisis efisiensi lambungan Sepak Rago, dua orang siswa mengamati bahwa bola yang ditendang dengan sudut elevasi 45° memiliki jangkauan horizontal terjauh yang lebih besar dibandingkan dengan bola yang ditendang menggunakan sudut 15° atau 75° pada kelajuan awal yang sama. Jika ditinjau dari persamaan matematis jarak mendarat maksimum gerak parabola, **mengapa Anda berpikir demikian** bahwa sudut 45° menghasilkan jarak terjauh paling optimal?

- A. Karena nilai dari $\sin (2 \times 45^\circ)$ menghasilkan nilai maksimum yaitu satu.
- B. Karena sudut 45° memperkecil pengaruh gaya gravitasi bumi terhadap bola rotan.
- C. Karena pada sudut 45° , massa jenis bola rotan menjadi lebih ringan di udara.
- D. Karena komponen kecepatan horizontal bernilai nol sehingga bola bergerak lebih cepat.
- E. Karena sudut 45° memicu terjadinya percepatan konstan pada sumbu horizontal.

4. Indikator Ganda: Evaluasi & Inferensi

Seorang pemain mengoper bola rago dengan kecepatan awal 10 m/s pada sudut elevasi 45° ($\sin 45^\circ = \cos 45^\circ = 0,7$; $g = 10 \text{ m/s}^2$) Rekan satu timnya berdiri bersiap menerima bola pada jarak horizontal sejauh 8 m dari posisi tendangan. Kapten tim mengklaim bahwa bola akan jatuh tepat di kaki rekan tersebut tanpa perlu berpindah posisi. Berdasarkan data perhitungan jangkauan mendarat, **seberapa kuat argumen-argumen tersebut** mendukung klaim kapten tim, dan **apa konsekuensi dari melakukan hal-hal tersebut** bagi posisi berdiri rekan setimnya?

- A. Argumen sangat kuat; konsekuensinya rekan tersebut harus tetap diam di posisi awal karena bola jatuh tepat di jarak 8 m
- B. Argumen sangat lemah; konsekuensinya rekan tersebut harus melangkah mundur sejauh 2 m karena bola akan jatuh pada jarak 10 m .
- C. Argumen cukup kuat; konsekuensinya rekan tersebut harus melompat setinggi 2 m untuk menjangkau bola.
- D. Argumen sangat lemah; konsekuensinya rekan tersebut harus melangkah maju mendekati bola sejauh 1 m dari posisi semula.
- E. Argumen tidak dapat dinilai karena berat anyaman rotan bola rago selalu berubah secara drastis saat melayang.

5. Indikator: Evaluasi - Sub: Pemeriksaan Bukti

Seorang pemain Sepak Rago mencoba mengoper bola melambung melewati sebuah pembatas setinggi 2 m yang berjarak horizontal 4 m di depannya. Ia menendang bola dengan sudut elevasi 45° dan kecepatan awal tertentu. Berdasarkan perhitungan analisis koordinat posisi (x, y) di atas kertas, saat bola mencapai jarak horizontal 4 m , posisi vertikalnya berada pada ketinggian $1,8 \text{ m}$. **Berdasarkan apa yang kita ketahui sejauh ini, apa yang dapat kita eliminasi** dari kesimpulan berikut terkait keberhasilan operan tersebut?

- A. Kecepatan akhir bola berharga negatif saat berada tepat di atas pembatas tersebut.
- B. Lintasan gerak bola rago berubah menjadi gerak lurus beraturan pada arah vertikal.
- C. Bola berhasil melewati pembatas dengan sisa ruang vertikal sebesar $0,2 \text{ m}$.
- D. Bola meluncur jatuh vertikal sebelum menyentuh jarak horizontal 4 m .
- E. Bola dipastikan membentur pembatas karena ketinggian bola $1,8 \text{ m}$ lebih rendah dari tinggi pembatas 2 m .

6. Indikator: Penjelasan - Sub: Jelaskan Prosedur

Dalam modul digital, pelatih meminta siswa merumuskan waktu total t_{total} yang dibutuhkan bola rago selama melayang di udara sejak ditendang dari tanah hingga jatuh kembali ke permukaan tanah. **Tolong jelaskan bagaimana Anda melakukan analisis tersebut** untuk menyusun prosedur penurunan rumusnya secara runtut?

- A. Mengalikan waktu yang dibutuhkan bola untuk mencapai titik tertinggi ($t_h = v_{0y}/g$) dengan faktor dua.
- B. Membagi nilai jangkauan horizontal terjauh dengan komponen kecepatan awal vertikal secara langsung.
- C. Mengalikan kecepatan awal dengan nilai percepatan gravitasi bumi lalu dibagi sinus sudut elevasi.
- D. Menggunakan prinsip koordinat posisi sumbu X pada gerak lurus berubah beraturan (GLBB).
- E. Mengurangkan nilai kecepatan horizontal terhadap kecepatan vertikal pada waktu puncak lintasannya.

7. Indikator: Inferensi - Sub: Keyakinan Kesimpulan

Sebuah bola rago dioper dari permukaan tanah dengan sudut tertentu dan melayang di udara selama total waktu 2 s. Sesuai dengan prinsip simetri gerak parabola pada kondisi ideal tanpa hambatan udara, siswa menyimpulkan bahwa waktu untuk naik ke titik puncak sama dengan waktu untuk turun kembali. **Seberapa yakin kita dengan kesimpulan kita** bahwa bola mencapai titik tertinggi lintasannya tepat pada detik ke-1 perjalanan?

- A. Sangat ragu, karena berat bola rago akibat anyaman rotan yang berongga akan mempercepat waktu turun.
- B. Cukup yakin, karena percepatan gravitasi bumi hanya bekerja ketika bola bergerak turun menuju tanah.
- C. Sangat yakin, karena waktu mencapai titik puncak adalah tepat setengah dari total waktu melayang di udara
- D. Tidak yakin, sebab komponen kecepatan horizontal terus berkurang secara drastis setiap detiknya.
- E. Sangat yakin, karena kelajuan horizontal bola bernilai nol ketika berada di posisi puncak tertinggi.

8. Indikator: Regulasi Diri - Sub: Monitor Diri

Sekelompok siswa mengamati dua buah tendangan Sepak Rago yang dilakukan dengan kecepatan awal yang sama besar (v_0), namun menggunakan sudut elevasi berbeda yang saling komplementer, yaitu sudut 30° dan 60° . Perhitungan teori menunjukkan kedua tendangan ini menghasilkan nilai jangkauan horizontal mendatar (x_{max}) yang sama besar.

Sebelum menentukan strategi operan mana yang paling efektif dalam permainan nyata, **kita memutuskan, apa yang kita lewatkan** terkait perbedaan karakteristik melayang dari kedua bola tersebut?

- A. Kita melewatkan informasi mengenai perbedaan massa jenis kedua bola rago yang digunakan pemain.
- B. Kita harus memastikan apakah luas penampang lapangan Sepak Rago memengaruhi nilai sudut elevasi.
- C. Kita melewatkan fakta bahwa bola dengan sudut 60° memiliki waktu melayang di udara yang lebih lama.
- D. Kita mengabaikan asumsi bahwa sudut 30° menghasilkan lintasan yang lebih tinggi daripada sudut 60°
- E. Kita melewatkan perhitungan fluktuasi nilai percepatan gravitasi yang berubah akibat pengaruh sudut.

9. Indikator: Analisis - Sub: Identifikasi Alasan dan Klaim

Seorang pemain Sepak Rago melakukan operan lambung tinggi. Temannya mengklaim bahwa energi atau kecepatan awal tendangan tersebut sepenuhnya dihabiskan untuk membentuk komponen kecepatan vertikal saja. Namun juri mencatat bola tersebut tetap bergerak melengkung ke depan dan berpindah posisi horizontal di lapangan. Berdasarkan pengamatan juri, **tolong jelaskan lagi alasan Anda membuat klaim tersebut** mengalami kecacatan konsep gerak parabola?

- A. Karena jika bola bergerak melengkung ke depan, berarti bola wajib memiliki komponen kecepatan horizontal (v_x) yang nilainya konstan sepanjang lintasan
- B. Karena komponen kecepatan vertikal bola nilainya tidak pernah dipengaruhi oleh sudut elevasi tendangan.
- C. Karena bola proyektil selalu mengalami gerak lurus berubah beraturan pada sumbu horizontal lapangan.
- D. Karena pada titik start awal, nilai kecepatan vertikal selalu bernilai jauh lebih besar daripada kecepatan liniernya.
- E. Karena arah tarikan gaya berat bumi membuat bola rago terus bergerak maju secara horizontal secara konstan.

10. Indikator: Evaluasi - Sub: Pengujian Opsi

Seorang pelatih mengevaluasi data jangkauan horizontal terjauh dari lima kali simulasi tendangan bola rago dengan variasi sudut elevasi yang berbeda pada kecepatan awal tetap. Data yang diperoleh adalah: Sudut $20^\circ = 6,4$ m; Sudut $35^\circ = 9,4$ m; Sudut $45^\circ = 10$ m; Sudut $55^\circ = 9,4$ m; dan Sudut $70^\circ = 6,4$ m. Pelatih menetapkan standar akurasi operan horizontal mendatar minimal adalah 9 m. **Mari kita pertimbangkan setiap opsi dan lihat ke mana hal itu membawa kita** dalam mengeliminasi sudut elevasi yang tidak memenuhi standar minimal pelatih tersebut?

- A. Sudut 35° , *Sudut 45°* , dan *Sudut 55°* harus dieliminasi.
- B. Sudut 20° dan Sudut 70° harus dieliminasi karena menghasilkan jangkauan di bawah 9 m.
- C. Hanya Sudut 45° saja yang wajib dieliminasi dari daftar simulasi.
- D. Sudut 35° dan Sudut 55° harus dieliminasi karena nilainya sama besar.
- E. Semua opsi sudut harus dieliminasi karena tidak ada yang mencapai jarak maksimal kelipatan bulat.

Esai

1. Indikator: Analisis

Dalam permainan Sepak Rago di sebuah lapangan terbuka, sebuah bola rago ditendang melambung dari permukaan tanah oleh Pemain A menuju Pemain B. Berdasarkan rekaman kamera digital bahan ajar, bola rago tersebut membutuhkan waktu total melayang di udara (t_{total}) selama 2 sekon dan berhasil mencapai jangkauan horizontal mendatar maksimum (x_{max}) sebesar 16 meter ($g = 10 \text{ m/s}^2$). Seorang siswa yang mengamati video tersebut membuat analisis tertulis dalam draf laporannya: "Karena lintasan gerak proyektil Sepak Rago bersifat simetris, maka bola rago tersebut pasti mencapai puncak tertinggi lintasannya tepat pada detik ke-1 perjalanan, dan pada detik ke-1 itu posisi koordinat horizontalnya berada tepat di jarak 8 meter dari titik awal tendangan." (a) Hitunglah besar komponen kecepatan horizontal (v_x) bola rago serta buktikan kebenaran posisi horizontal bola (x) saat berada di detik ke-1 perjalanan! (b) Berdasarkan hasil pembuktian matematis Anda pada pertanyaan nomor 1, **mengapa Anda berpikir demikian** bahwa klaim analisis siswa mengenai karakteristik simetri posisi mendatar gerak parabola tersebut sudah benar dan logis?

2. Indikator: Evaluasi

Seorang pemain Sepak Rago ingin mengoper bola rotan kepada temannya yang berdiri pada jarak tetap sejauh 8,7 meter di dalam lingkaran permainan. Menggunakan modul simulasi digital fisis, ia menguji dua pilihan strategi tendangan dengan nilai kelajuan awal yang sama besar, yaitu $v_0 = 10 \text{ m/s}$, namun menggunakan sudut elevasi berbeda yang saling komplementer ($g = 10 \text{ m/s}^2$):

Strategi 1: Menendang dengan sudut elevasi 30° ($\sin 30^\circ = 0,5$; $\sin 60^\circ = 0,87$).

Strategi 2: Menendang dengan sudut elevasi 60° ($\sin 60^\circ = 0,87$; $\sin 120^\circ = 0,87$).

Kapten tim menyatakan bahwa karena kedua sudut tersebut menghasilkan titik jatuh yang sama persis di kaki target, maka tidak ada perbedaan keuntungan mekanis sedikit pun di antara kedua pilihan strategi tersebut. (a) Buktikan kebenaran nilai jangkauan horizontal maksimum (x_{\max}) yang dihasilkan oleh kedua strategi tendangan tersebut melalui perhitungan rumus kinematika gerak parabola! (b) **Jika kita menerima asumsi tersebut** (bahwa jarak jangkauan horizontal kedua strategi adalah sama persis), **bagaimana hal-hal akan berubah** terkait variabel durasi waktu total bola melayang di udara (t_{total})? Evaluasilah apakah klaim kapten tim tersebut benar!

3. Indikator: Refleksi

Sekelompok siswa melakukan eksperimen mandiri untuk menguji akurasi jangkauan horizontal gerak parabola. Mereka menendang bola rago dengan kelajuan awal 10 m/s pada sudut elevasi 45° . Berdasarkan rumus teoritis ideal tanpa hambatan udara yang ada pada bahan ajar digital, bola rago tersebut seharusnya jatuh di tanah pada jarak mendarat tepat 10 meter. Namun, saat uji coba langsung dilakukan di lapangan terbuka yang berangin, data riil rata-rata menunjukkan bola rago hanya mampu mencapai jarak sejauh 8,5 meter. Perbedaan ini terjadi karena anyaman rotan bola rago yang memiliki rongga-rongga udara

sangat rentan mengalami gaya hambat udara (air drag) di lapangan nyata. (a) Hitunglah nilai selisih jarak fisis serta persentase kesalahan antara hasil pengukuran langsung di lapangan terhadap perhitungan rumus teoritis ideal bahan ajar! (b) Berdasarkan adanya diskrepansi atau perbedaan data antara teori fisika ideal dengan kondisi riil pada permainan tradisional tersebut, **seberapa baik metodologi kita, dan seberapa baik kita mengikutinya?** Bagaimana cara Anda mengoreksi pemahaman konseptual Anda agar tidak mengalami bias saat menganalisis fenomena mekanika di dunia nyata?

4. Indikator: Analisis & Inferensi

Dalam sebuah sesi latihan taktis Sepak Rago, Pemain A melakukan operan melambung tinggi dengan kecepatan awal $v_0 = 20 \text{ m/s}$ dan sudut elevasi 53° ($\sin 53^\circ = 0,8$; $\cos 53^\circ = 0,6$; $g = 10 \text{ m/s}^2$). Di seberang lingkaran permainan, Pemain B berdiri bersiap pada jarak horizontal sejauh 12 meter dari Pemain A. Pemain B berencana menahan bola tersebut di udara (intersepsi) tepat saat bola melintas di atas kepalanya. Kapten tim membuat klaim tertulis: "Pemain B dipastikan tidak akan mampu menyentuh bola tersebut karena pada jarak horizontal 12 meter, posisi bola rago berada sangat tinggi di udara, jauh melampaui batas jangkauan lompatan vertikal manusia normal." (a) Hitunglah waktu (t) yang dibutuhkan bola rago untuk mencapai jarak horizontal 12 meter, lalu tentukan posisi ketinggian vertikal (y) bola rago pada saat detik tersebut! (b) Berdasarkan hasil perhitungan ketinggian bola yang Anda temukan, **apa kesimpulan Anda/Apa yang Anda klaim mengenai kebenaran pernyataan kapten tim tersebut? Mengapa Anda berpikir demikian** jika batas jangkauan lompatan vertikal maksimal Pemain B di lapangan adalah setinggi 3,2 meter dari permukaan tanah?

5. Indikator: Evaluasi

Seorang pemain Sepak Rago melakukan tendangan uji coba dengan kelajuan awal tetap sebesar $v_0 = 10 \text{ m/s}$ pada sudut elevasi awal $\theta_1 = 15^\circ$. Bola tersebut jatuh di tanah pada jarak horizontal mendarat tertentu. Pemain tersebut kemudian mengubah strategi tendangan keduanya dengan memperbesar sudut elevasi menjadi $\theta_2 = 45^\circ$ menggunakan kekuatan tendangan (kecepatan awal) yang persis sama besar. Rekan timnya memberikan argumen: "Karena sudut elevasi kedua ($\theta_2 = 45^\circ$) nilainya tepat tiga kali lipat lebih besar dari sudut pertama ($\theta_1 = 15^\circ$), maka secara otomatis jarak jangkauan horizontal terjauh yang dihasilkan pada tendangan kedua juga akan menjadi tepat tiga kali lipat lebih jauh dari tendangan pertama." (a) Hitunglah nilai jangkauan horizontal maksimum pertama (x_{max1}) pada sudut 15° dan jangkauan kedua (x_{max2}) pada sudut 45° ($\sin 30^\circ = 0,5$; $\sin 90^\circ = 1$; $g = 10 \text{ m/s}^2$)! (b) **Jika kita meninggalkan/menerima asumsi tersebut** (bahwa perubahan sudut linear berbanding lurus dengan perubahan jarak), bagaimana hal-hal akan berubah setelah Anda membuktikannya lewat rumus fisis gerak proyektil? Evaluasilah kualitas kekuatan logis dari argumen rekan tim tersebut!