Piotr Gronkowski

Jerzy Smela

F I Z Y K A

ZBIÓR TESTÓW Z PEŁNYMI ROZWIĄZANIAMI DLA UCZNIÓW SZKÓŁ ŚREDNICH

Książka pomocnicza dla uczniów i nauczycieli szkół średnich, szczególnie przy zdalnym nauczaniu

Wydanie V poprawione

ISBN 978-83-7586-161-7

PRZEDMOWA

Niniejszy zbiór zadań testowych z fizyki został napisany z myślą o szerokim kręgu Czytelników. Zawiera on obok zadań typowych również szereg zadań oryginalnych, nigdzie niepublikowanych. Tematycznie został podzielony na 30 segmentów, z których każdy zawiera 10 zadań dotyczących jednego działu fizyki. Każdy segment to zadania zróżnicowane pod względem stopnia trudności – od bardzo prostych, do trudnych i podchwytliwych, których rozwiązanie wymaga rzetelnej wiedzy fizycznej. Większość zadań w nim zawartych ma zbliżony stopień trudności do zadań, które muszą rozwiązywać kandydaci na przyszłych inżynierów i lekarzy. Dlatego zbiór ten jest przydatny dla uczniów szkół średnich i kandydatów na studia, pragnących utrwalić i pogłębić znajomość fizyki. Szczególny użytek będą z niego mieli uczniowie, którym zależy na gruntownej znajomości fizyki, a więc przyszli studenci akademii medycznych, politechnik, uniwersytetów.

Również koledzy nauczyciele znajdą w tej książce zadania przydatne do wykorzystania na lekcjach fizyki lub kołach zainteresowań.

Ze względu na bardzo szeroki zakres zadań książka może być przydatna dla uczniów ostatnich klas szkół podstawowych, wykazujących duże uzdolnienia i zainteresowania fizyką.

Zbiór składa się z dwóch części; pierwsza zawiera zadania, natomiast druga, ich dokładne rozwiązania opatrzone komentarzem.

Przed przystąpieniem do rozwiązywania zadań z jakiegoś działu fizyki należy najpierw przypomnieć sobie wiedzę szkolną dotyczącą tego zakresu przedmiotu, a dopiero potem przystąpić do rozwiązywania problemów.

Na końcu można porównać rozwiązania własne z przedstawionymi w tym zbiorze. Oczywiście może się zdarzyć, że inny sposób rozwiązania może być równie dobry (lub lepszy!) niż zaprezentowany w książce, ale musi on prowadzić do poprawnej odpowiedzi.

Jeśli mimo kilku prób Czytelnik nie jest w stanie rozwiązać postawionego zagadnienia, to wtedy powinien bardzo starannie przemyśleć rozwiązanie proponowane przez autorów.

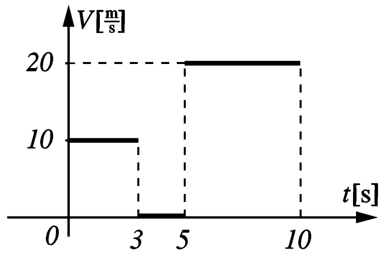
Fizyka jest piękną i interesującą dziedziną ludzkiej wiedzy. Zgłębienie jej tajników wymaga jednak od nas wytrwałości i pilności. Szczerze życzymy naszym Czytelnikom, aby nie zabrakło im tych cech charakteru w czasie lektury niniejszej książki.

Autorzy

Część I TESTY

1. RUCH JEDNOSTAJNY PROSTOLINIOWY

1. Na wykresie przedstawiono zależność prędkości ciała od czasu. Prędkość średnia ciała w ciągu 10 s ruchu była równa:



1) 10 m/s
2) 13 m/s
3) 15 m/s
4) 20 m/s
5) 25 m/s.

2. Motocyklista przejechał trzy kolejne i równe odcinki drogi z prędkościami odpowiednio równymi v_1, v_2, v_3. Prędkość średnią motocyklisty na całej trasie określa wyrażenie:

1) $v_{sr} = \dfrac{v_1 + v_2 + v_3}{3}$

2) $v_{sr} = \sqrt[3]{v_1 v_2 v_3}$

3) $v_{sr} = \dfrac{3v_1 v_2 v_3}{v_1 v_2 + v_1 v_3 + v_2 v_3}$

4) $v_{sr} = \dfrac{1}{\dfrac{1}{v_1} + \dfrac{1}{v_2} + \dfrac{1}{v_3}}$

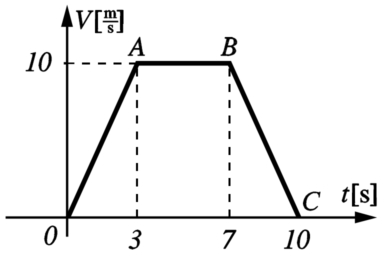
5) $v_{sr} = \dfrac{v_1 v_2 v_3}{3(v_1 v_2 + v_1 v_3 + v_2 v_3)}$.

3. Prędkość motorówki względem wody wynosi 10 m/s a prędkość prądu rzeki względem brzegu 2 m/s. Motorówka płynie z przystani A do przystani B z prądem rzeki i natychmiast wraca. Jej prędkość średnia na całej trasie jest równa:

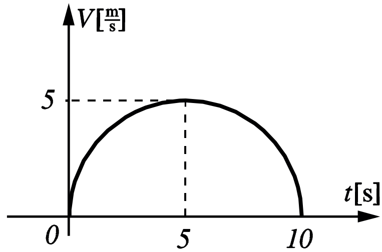
1) v_{sr} = 8 m/s
2) v_{sr} = 8.6 m/s
3) v_{sr} = 9 m/s
4) v_{sr} = 9.6 m/s
5) v_{sr} = 12 m/s.

4. Rysunek przedstawia wykres prędkości pojazdu jako funkcji czasu. W czasie 10 s pojazd przebył drogę równą:

1) 50 m
2) 70 m
3) 90 m
4) 100 m
5) 120 m.



5. Wykresem prędkości pewnego ciała jako funkcji czasu w odpowiednio dobranym układzie współrzędnych jest półokrąg przedstawiony na rysunku. W ciągu 10 sekund ciało przebyło drogę równą:

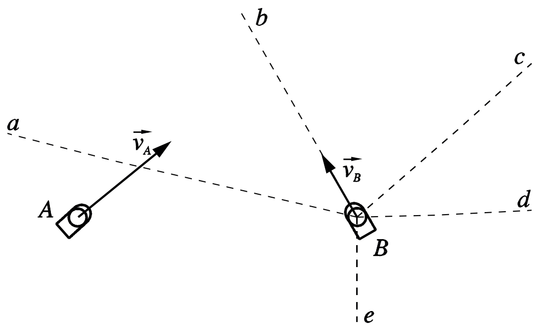


1) 12.5π m 2) 25π m 3) 50π m
4) 75π m 5) 100π m.

6. Samolot leci dokładnie w kierunku północnym. Podczas lotu wieje wiatr wschodni z prędkością v_1 = 20 m/s. Prędkość samolotu względem powietrza wynosi v_2 = 52 m/s. Samolot względem Ziemi ma prędkość:

1) v = 32 m/s. 2) v = 48 m/s 3) v = 52 m/s
4) v = 72 m/s 5) v = 78 m/s.

7. Po jeziorze płyną dwie łódki A i B. Łódka A ma prędkość $\vec{v}_A$, a łódka B prędkość $\vec{v}_B$ (patrz rysunek). Tor łódki B względem



A może przedstawiać linia:
1) a 2) b 3) c 4) d 5) e.

8. Krople deszczu padającego pionowo zostawiają na szybach wagonu ślad tworzący kąt $\alpha = 30^o$ z pionem. Jeśli wagon jedzie z prędkością v, to prędkość spadających kropel jest równa:

1) v 2) $\sqrt{2}v$ 3) $\frac{\sqrt{3}}{2}v$
4) $\sqrt{3}v$ 5) $2v$.

9. Do prostopadłego skrzyżowania dróg zbliżają się dwa samochody mające prędkość v_1 = 60 km/h oraz v_2 = 80 km/h. Prędkość względna samochodów jest równa:
1) v = 85 km/h 2) v = 90 km/h 3) v = 100 km/h
4) v = 110 km/h 5) v = 140 km/h.

10. Podróżny siedzący w pociągu jadącym z prędkością v_1 = 20 m/s obserwował jadący w przeciwną stronę pociąg o długości l = 150 m w czasie t = 3 s. Podczas obserwacji pasażer nie zmieniał kierunku wzroku. Prędkość drugiego pociągu jest równa:
1) v_2 = 10 m/s 2) v_2 = 15 m/s 3) v_2 = 20 m/s
4) v_2 = 25 m/s 5) v_2 = 30 m/s.

2. RUCHY JEDNOSTAJNIE ZMIENNE PROSTOLINIOWE

11. Równanie drogi S ciała w zależności od czasu t w układzie jednostek „SI" ma postać:

$$S = 10t + 3t^2.$$

Ruch ciała jest ruchem:
1) jednostajnym
2) jednostajnie przyspieszonym, w którym v_o = 3 i a = 10

3) jednostajnie przyspieszonym, w którym $v_o = 10$ i $a = 6$

4) jednostajnie opóźnionym, w którym $v_o = 10$ i $a = - 6$

5) niejednostajnie zmiennym.

12. Na wykresie przedstawiono zależność prędkości v pewnego ciała od czasu (rys).

Równanie drogi jako funkcji czasu tego ciała jest następujące:

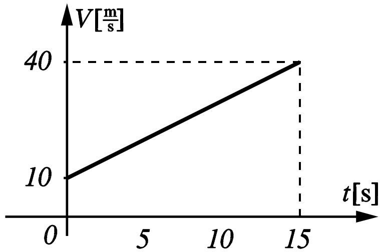
1) $S = 10t$

2) $S = 40t$

3) $S = 10t + 0.2t^2$

4) $S = 5t - t^2$.

5) $S = 10t + t^2$.

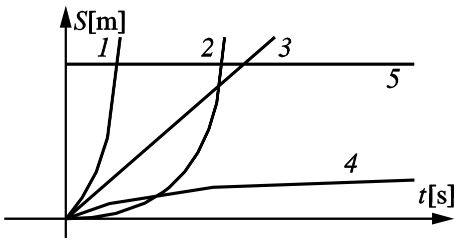


13. Wykresem drogi S jako funkcji czasu w ruchu jednostajnie przyspieszonym z prędkością początkową różną od 0 (v_o>0) może być linia:

1) 1 2) 2

3) 3 4) 4

5) 5.



14. Droga przebyta przez ciało swobodnie spadające w piątej sekundzie ruchu jest równa (przyjąć $g = 10\ m/s^2$):

1) 5 m 2) 15 m 3) 25 m

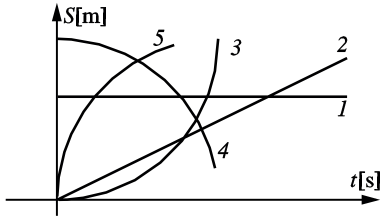
4) 35 m 5) 45 m.

15. Ciało rzucone do góry z prędkością początkową $v_o = 10$ m/s spadło po pewnym czasie na Ziemię. Pomijając opór powietrza stwierdzamy, że prędkość średnia v_{sr} w czasie całkowitego ruchu ciała (w „górę” i w „dół”) jest równa:

1) $v_{sr} = 0$ 2) $v_{sr} = 5$ m/s 3) $v_{sr} = 7.5$ m/s

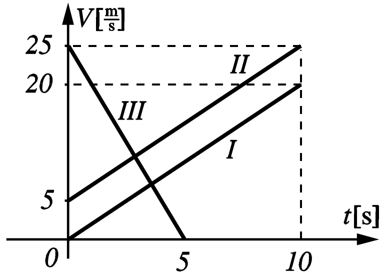
4) $v_{sr} = 10$ m/s 5) $v_{sr} = 15$ m/s.

16. Wykresem drogi S jako funkcji czasu t w ruchu jednostajnie opóźnionym jest linia:



1) 1
2) 2
3) 3
4) 4
5) 5.

17. Z wykresów prędkości jako funkcji czasu dla trzech ciał wynika, że bezwzględna wartość przyspieszenia:



1) $|a_I| = |a_{II}| = |a_{III}|$
2) $|a_I| = |a_{III}| > |a_{II}|$
3) $|a_I| = |a_{II}| < |a_{III}|$
4) $|a_{II}| = |a_{III}| > |a_I|$
5) $|a_I| < |a_{II}| < |a_{III}|$.

18. Zależność drogi S od czasu t dla pewnego punktu materialnego można przedstawić równaniem

$$S = A + Bt + Ct^2,$$

gdzie $A = 1$ m, $B = 2$ m/s, $C = 4$ m/s^2.

Prędkość średnia tego ciała w piątej sekundzie ruchu jest równa:

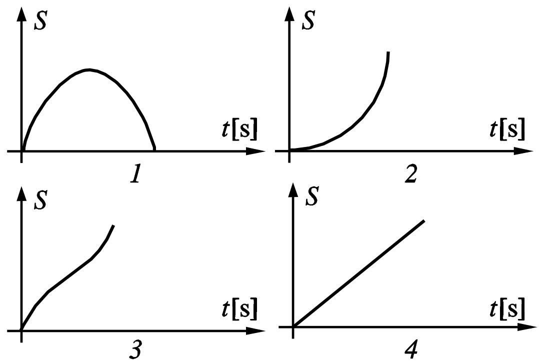
1) 32 m/s
2) 34 m/s
3) 36 m/s
4) 38 m/s
5) 40 m/s.

19. Punkt materialny porusza się z przyspieszeniem $\vec{a} = [1,1]\,\frac{m}{s^2}$ a jego prędkość początkowa jest równa $\vec{v}_0 = [2,6]\,\frac{m}{s}$. Prędkość punktu po czasie $t = 10$ s wynosi:

1) 10 m/s
2) 20 m/s
3) 30 m/s
4) 40 m/s
5) Nie można obliczyć.

20. Ciało rzucono pionowo do góry. Zależność drogi ciała od czasu przedstawiać może rysunek:

1) 1
2) 2
3) 3
4) 4
5) inny niż podane obok.



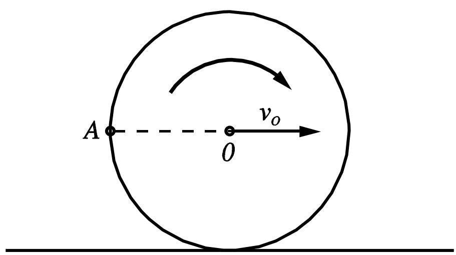
3. RUCHY KRZYWOLINIOWE

21. Przyspieszenie dośrodkowe wynikające z ruchu wirowego Ziemi dla punktów położonych na równoleżniku $\varphi = 60^o$ wynosi (R – oznacza promień Ziemi, T - okres obrotu Ziemi wokół osi):

1) $\frac{\Pi^2 R}{T^2}$ 2) $\frac{2\Pi^2 R}{T^2}$ 3) $\frac{3\Pi^2 R}{T^2}$

4) $\frac{4\Pi^2 R}{T^2}$ 5) $\frac{8\Pi^2 R}{T^2}$.

22. Koło toczy się bez poślizgu ze stałą prędkością liniową v_0 na prostoliniowym odcinku drogi. Prędkość chwilowa (względem podłoża) punktu A leżącego na obwodzie koła jest równa:



Część II ROZWIĄZANIA TESTÓW

1. RUCH JEDNOSTAJNY PROSTOLINIOWY

1. Prędkość średnia $v_{sr} = S/t$, gdzie S jest drogą przebytą przez ciało, t = 10 s – czasem ruchu. Droga S jest równa polu pod wykresem prędkości. Z wykresu znajdziemy, że:
$S = 3\text{ s}\cdot 10\text{ m/s} + 0 + (10\text{ s} - 5\text{ s})20\text{ m/s} = 130\text{ m}$, $v_{sr} = 13\text{ m/s}$.
Odp. 2.

2. Prędkość średnia v_{sr} motocyklisty jest równa:

$$v_{sr} = S/t \qquad (1)$$

gdzie S oznacza drogę całkowitą, t – czas potrzebny na jej przebycie.

$$t = t_1 + t_2 + t_3 \qquad (2)$$

Oczywiście t_1, t_2, t_3 oznaczają czasy potrzebne na przejechanie trzech kolejnych równych odcinków drogi:

$$t_1 = \frac{\frac{1}{3}S}{v_1};\ t_2 = \frac{\frac{1}{3}S}{v_2};\ t_3 = \frac{\frac{1}{3}S}{v_3}. \qquad (3)$$

W oparciu o (1), (2), i (3) otrzymamy:

$$v_{sr} = \frac{S}{\frac{\frac{1}{3}S}{v_1} + \frac{\frac{1}{3}S}{v_2} + \frac{\frac{1}{3}S}{v_3}} = \frac{3v_1v_2v_3}{v_1v_2 + v_1v_3 + v_2v_3}.$$

Odp. 3.

3. Prędkość średnia v_{sr} motorówki jest równa:

$$v_{sr} = 2|AB|/t, \qquad (1)$$

gdzie $t = t_{AB} + t_{BA}$, (2)

t_{AB} oznacza czas rejsu od A do B, a t_{BA} oznacza czas potrzebny na powrót:

$$t_{AB} = \frac{|AB|}{v_1 + v_2}, \quad t_{BA} = \frac{|AB|}{v_1 - v_2} \tag{3}$$

v_1 = 10 m/s, v_2 = 2 m/s.

Z (1), (2) i (3) otrzymamy $v_{sr} = \frac{v_1^2 - v_2^2}{v_1} = 9.6\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Odp. 4.

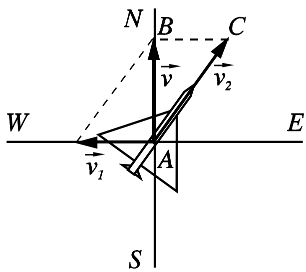
4. Droga przebyta przez pojazd jest równa liczbowo polu pod wykresem prędkości. W tym zadaniu należy więc obliczyć pole trapezu OABC. Pole trapezu o podstawach *a* i *b* i wysokości *h* jest równe:

$$P = \frac{a+b}{2}h.$$

W naszym zadaniu *a* = 10 s, *b* = 4 s, *h* = 10 m/s.
Po obliczeniach mamy *S* = 70 m.
Odp. 2.

5. Droga przebyta przez ciało jest równa liczbowo polu pod wykresem. Wykresem prędkości w danym układzie współrzędnych jest półokrąg dlatego, że odpowiednio dobrano jednostki czasu i prędkości. Przy innym doborze jednostek wykresem byłby łuk elipsy, gdyż dobór innych jednostek na osiach *t* i *v* odpowiednio proporcjonalnie będzie rozciągał lub ścieśniał półokrąg w połowę elipsy. Pole połowy elipsy o półosiach *a* i *b* jest równe $\frac{1}{2}\pi ab$.

W tym wypadku *a* = 5 s, *b* = 5 m/s, wtedy *S* = 12.5π m.
Odp. 1.



6. Rysunek wyobraża lot rozpatrywanego samolotu. Na podstawie twierdzenia

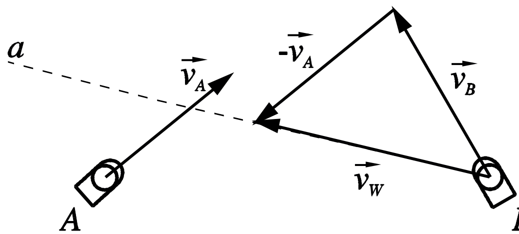
Pitagorasa w trójkącie prostokątnym ABC mamy $|AB|^2 + |BC|^2 = |AC|^2,\ v^2 + v_1^2 = v_2^2,$

$v = \sqrt{v_2^2 - v_1^2},\ \ v = 48\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}.$

Odp. 2.

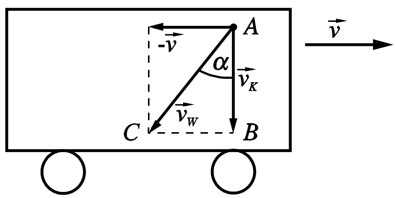
7. Prędkość względna łódki B względem łódki A jest równa $\vec{v}_W = \vec{v}_B - \vec{v}_A$ lub $\vec{v}_W = \vec{v}_B + \left(-\vec{v}_A\right)$.

Wektor prędkości względnej $\vec{v}_W$ wyznacza tor „*a*" łódki B względem łódki A.



Odp.1.

8. Zagadnienie ilustruje rysunek. Jeśli wagon jedzie z prędkością $\vec{v}$ w prawo a kropla ma prędkość $\vec{v}_k$, to jej prędkość względem wagonu $\vec{v}_w$ jest równa $\vec{v}_w = \vec{v}_k - \vec{v}$ skąd $\vec{v}_w = \vec{v}_k + \left(-\vec{v}\right)$.

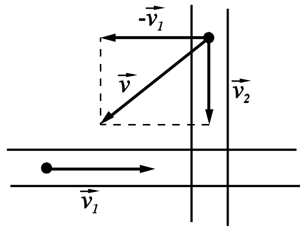


Z trójkąta ABC mamy:

$$\mathrm{ctg}\,\alpha = \frac{v_k}{v} \quad \text{lub} \quad v_k = v\,\mathrm{ctg}\,\alpha = v\,\mathrm{ctg}\,30^0 = \sqrt{3}v.$$

Odp. 4.

9. Prędkość względna samochodu „2” względem „1” jest równa: $\vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$.



Zatem na podstawie rysunku:

$\vec{v} = \vec{v}_2 + (-\vec{v}_1)$, $\quad v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$

$v = 100 \dfrac{\text{km}}{\text{h}}$.

Odp. 3.

10. Ponieważ pociągi jadą w przeciwne strony więc prędkość względna $\vec{v}$ drugiego pociągu względem pierwszego jest równa $\vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$, lub skalarnie $v = v_2 - (-v_1) = v_1 + v_2$ (uwzględniono fakt, że wektory $\vec{v}_1$ i $\vec{v}_2$ mają przeciwne zwroty). Zatem nieznaną prędkość v_2 obliczymy z równania:

$t = \dfrac{l}{v}$ lub $t = \dfrac{l}{v_1 + v_2}$, czyli $v_2 = \dfrac{l}{t} - v_1$, $v_2 = 30 \dfrac{\text{m}}{\text{s}}$.

Odp. 5.

2. RUCHY JEDNOSTAJNIE ZMIENNE PROSTOLINIOWE

11. Droga w ruchu jednostajnie przyspieszonym wyraża się wzorem

$$S = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2, \qquad (1)$$

gdzie v_0 oznacza prędkość początkową, a – przyspieszenie.
Z drugiej strony $S = 10t + 3t^2$. (2)
Porównując współczynniki przy tych samych potęgach zmiennej „t” w (1) i (2) dostaniemy $v_0 = 10$, $a = 6$.
Odp. 3.

12. Ponieważ prędkość jest liniową rosnącą funkcją czasu, więc ciało porusza się ruchem jednostajnie przyspieszonym. Bezpośrednio z wykresu odczytamy, że v_0 = 10 m/s.
Przyspieszenie ciała obliczymy następująco:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{40\mathrm{m/s} - 10\mathrm{m/s}}{15\mathrm{s} - 0\mathrm{s}} = 2\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}.$$

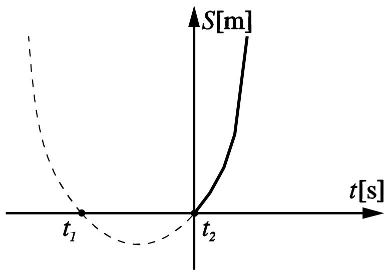
Równanie drogi w ruchu jednostajnie przyspieszonym jest następujące:

$$S = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2.$$

Po podstawieniu wartości v_0 i a otrzymamy: $S = 10t + t^2$.
Odp. 5.

13. W ruchu jednostajnie przyspieszonym, gdy $v_0 \neq 0$ mamy:

$$S = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2.$$



Wyrażenie to jest trójmianem kwadratowym, którego wykresem jest łuk paraboli o ramionach skierowanych ku górze, gdyż współczynnik przy t^2 jest dodatni ($+\frac{1}{2}a$). Załóżmy, że $S = 0$, wtedy $v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 = 0$ i dalej $t \cdot (v_0 + \frac{1}{2} a t) = 0$. Stąd $t = 0$ lub $v_0 + \frac{1}{2} a t = 0$.

Ostatecznie $t_1 = 0$; $t_2 = -\,2v_0/a < 0$. Oznacza to, że trójmian ma dwa pierwiastki (jeden równy „0” a drugi ujemny). Zatem parabola przecina oś czasu w dwóch punktach tak jak to pokazuje rysunek.
Zatem prawidłowa jest odp. 1.

14. Droga x_n przebyta przez ciało poruszające się ruchem jednostajnie przyspieszonym (v_0 = 0, a = const>0) w „n-tej" sekundzie ruchu jest równa $x_n = S_n - S_{n-1}$, gdzie $S_n = \frac{1}{2}an^2$, oznacza drogę przebytą w ciągu „n" sekund licząc od początku ruchu a $S_{n-1} = \frac{1}{2}a(n-1)^2$ oznacza drogę przebytą w ciągu „n-1" pierwszych sekund ruchu.

Po obliczeniach uzyskamy $x_n = \frac{1}{2}a(2n-1)$.

Uwzględniając, że $a = g = 10$ m/s^2 oraz $n = 5$ s mamy $x_5 = 45$ m.

Odp. 5.

15. Ciało rzucone pionowo ku górze porusza się ruchem jednostajnie opóźnionym z opóźnieniem $a = g = 10$ m/s^2. Wysokość maksymalna h jaką osiągnie ciało jest równa:

$$h = v_0 t - \frac{1}{2}gt^2 , \qquad (1)$$

gdzie t jest czasem lotu ciała „ku górze". Prędkość ciała zmienia się wtedy następująco:

$$v = v_0 - gt. \qquad (2)$$

W najwyższym punkcie toru $v = 0$. Mamy wtedy

$$0 = v_0 - gt_1 \qquad (3)$$

stąd

$$t_1 = \frac{v_0}{g} . \qquad (4)$$

Podstawiając (4) do (1) obliczymy wysokość maksymalną jaką osiągnęło ciało:

$$h = \frac{v_0^2}{2g} . \qquad (5)$$

Po osiągnięciu wysokości h ciało zaczyna z niej spadać swobodnie w czasie t_2, który łatwo obliczymy z równania:

$$\frac{1}{2}gt_2^2 = h. \tag{6}$$

Po uwzględnieniu (5) znajdziemy z (6)

$$t_2 = \frac{v_0}{g}. \tag{7}$$

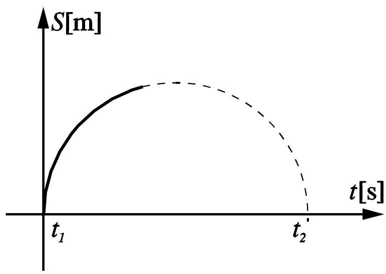
($t_2 = t_1$!).

Prędkość średnia $v_{sr} = \dfrac{2h}{t_1 + t_2} = \dfrac{v_0}{2} = 5\dfrac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$.

Odp. 2.

16. Droga w ruchu jednostajnie opóźnionym wyraża się wzorem

$$S = v_0 t - \frac{1}{2}at^2.$$



Wykresem S jako funkcji czasu będzie część łuku paraboli o ramionach skierowanych w dół, gdyż współczynnik przy t^2 jest ujemny ($-\frac{1}{2}a$). Postępując analogicznie jak w rozwiązaniu testu nr 13 znajdziemy dwa pierwiastki powyższego trójmianu kwadratowego:

$$t_1 = 0; \; t_2 = \frac{2v_0}{a} > 0.$$

Zatem parabola przecina oś czasu w dwóch punktach tak jak pokazuje rysunek.
Słuszna jest zatem odp. 5.

17. Na podstawie wykresu obliczymy

$$|a_I| = \left|\frac{\Delta v}{\Delta t}\right| = \left|\frac{20\frac{\text{m}}{\text{s}} - 0}{10\text{s} - 0}\right| = 2\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$|a_{II}| = \left|\frac{\Delta v}{\Delta t}\right| = \left|\frac{25\frac{\text{m}}{\text{s}} - 5\frac{\text{m}}{\text{s}}}{10\text{s} - 0}\right| = 2\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$|a_{III}| = \left|\frac{\Delta v}{\Delta t}\right| = \left|\frac{0\frac{\text{m}}{\text{s}} - 25\frac{\text{m}}{\text{s}}}{5\text{s} - 0}\right| = 5\frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

Słuszna jest odp. 3.

18. Prędkość średnią v_{sr} w piątej sekundzie ruchu obliczymy następująco

$$v_{sr} = \frac{\Delta S}{\Delta t},$$

gdzie ΔS jest drogą przebytą przez ciało w piątej sekundzie ruchu;

$\Delta S = S(5) - S(4) = [A+B\cdot 5\text{s}+C(5\text{s})^2] - [A+B\cdot 4\text{s}+C(4\text{s})^2] = B\cdot 1\text{s}+C\cdot 9\text{s}^2 =$

$2\,\frac{\text{m}}{\text{s}}\,1\text{s}+4\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\,9\text{s}^2 = 38\text{ m}$ oraz $\Delta t = 5\text{ s}-4\text{ s} = 1\text{ s}$,

zatem $v_{sr} = \frac{38\text{m}}{1\text{s}} = 38\frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Odp. 4.

19. Z tekstu zadania wnioskujemy, że składowe v_x i v_y prędkości zmieniają się w czasie następująco:

$$v_x = v_{ox} + a_x t,\quad v_y = v_{oy} + a_y t,$$

gdzie

$$v_{ox} = 2\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}},\quad v_{oy} = 6\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}},\quad a_{\mathrm{x}} = 1\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2},\quad a_{\mathrm{y}} = 1\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}\ .$$

Dla t = 10 s obliczymy:

$$v_x = 12\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}},\quad v_y = 16\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}.$$

Ponieważ

$$\vec{v} = [v_x, v_y],$$

więc

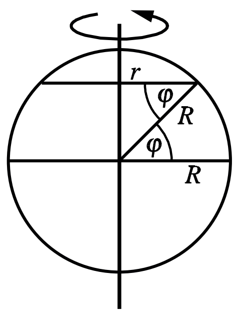
$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = 20\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}.$$

Odp. 2.

20. Ciało rzucone pionowo ku górze do momentu osiągnięcia maksymalnej wysokości porusza się ruchem jednostajnie opóźnionym (łuk paraboli o ramionach skierowanych w dół) a następnie spada ruchem jednostajnie przyspieszonym (łuk paraboli o ramionach skierowanych ku górze). Droga ciała ciągle narasta z czasem! Prawidłowa jest odp. 3.

3. RUCHY KRZYWOLINIOWE

21. Przyspieszenie dośrodkowe obliczymy ze wzoru $a_d = \dfrac{4\pi^2}{T^2}r$, gdzie r oznacza promień danego równoleżnika.



Z rysunku znajdziemy $r/R = \cos\varphi$, czyli

$r = R\cos\varphi = R\cos 60^0 = \dfrac{1}{2}R.$

Ostatecznie $a_d = \dfrac{2\pi^2}{T^2}R.$

Odp. 2.

Spis treści