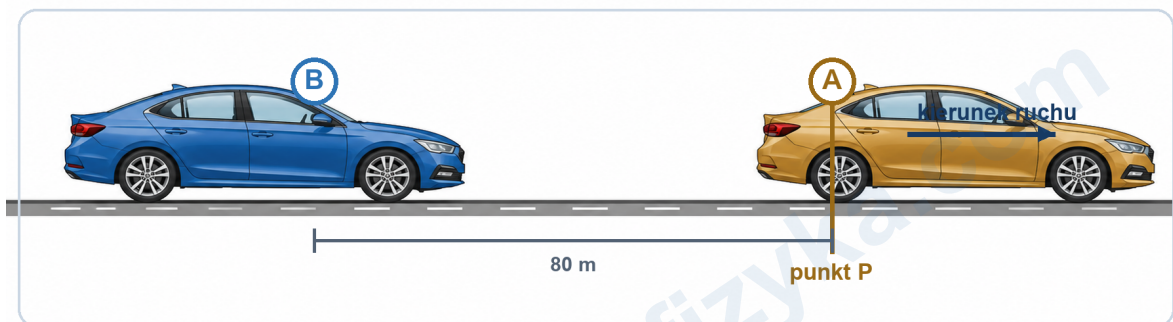


Kinematyka, zestaw numer 1

1 Opóźniony start

ruch jednostajny

Samochód A mija punkt P z prędkością stałą 54 km/h. W tej samej chwili samochód B znajduje się 80 m za punktem P i jedzie z prędkością 36 km/h. Przez pierwsze 4 s kierowca B nie zmienia prędkości, potem przyspiesza jednostajnie z przyspieszeniem $1,2 \text{ m/s}^2$ przez 10 s, a następnie jedzie ze stałą prędkością. W odległości 320 m za punktem P zaczyna się zwężenie drogi. Sprawdź, czy B dogoni A przed zwężeniem. Jeżeli nie, oblicz czas i miejsce zrównania oraz minimalne przyspieszenie B potrzebne do zrównania dokładnie na początku zwężenia.



2 Reakcja kierowcy

ruch jednostajnie opóźniony

Samochód jedzie z prędkością 90 km/h. Kierowca zauważa przeszkodę w odległości 78 m, ale zaczyna hamować dopiero po czasie reakcji 0,8 s. Hamowanie jest jednostajnie opóźnione, a wartość opóźnienia wynosi $6,5 \text{ m/s}^2$. Ustal, czy samochód zatrzyma się przed przeszkodą. Następnie oblicz największy dopuszczalny czas reakcji, przy którym zatrzymanie byłoby jeszcze możliwe.

3 Nieśrednia średnia

ruch jednostajny

Uczeń jedzie rowerem do szkoły. Pierwszą połowę drogi pokonuje z prędkością 12 km/h, a drugą połowę z prędkością 24 km/h. Innego dnia jedzie przez połowę całkowitego czasu z prędkością 12 km/h, a przez drugą połowę czasu z prędkością 24 km/h. Porównaj średnie prędkości w obu przypadkach i wyjaśnij, dlaczego nie wolno w obu sytuacjach stosować tego samego rozumowania.

4 Spotkanie na trasie

ruch jednostajny

Z miejscowości A do B wyjeżdża autobus z prędkością 60 km/h. Po 18 minutach z miejscowości B w kierunku A rusza samochód z prędkością 90 km/h. Odległość między miejscowościami wynosi 96 km. Oblicz, po jakim czasie od startu autobusu i w jakiej odległości od miejscowości A nastąpi spotkanie. Następnie ustal, jak zmieniłby się wynik, gdyby samochód ruszył 18 minut wcześniej, ale z tą samą prędkością.

5 Przystanek w środku ruchu**średnia prędkość**

Pociąg powinien pokonać trasę 120 km ze średnią prędkością 80 km/h. Po przejechaniu 45 km musi jednak zatrzymać się na 10 minut. Z jaką stałą prędkością powinien jechać po postoju, aby mimo wszystko osiągnąć planowaną średnią prędkość na całej trasie? Oceń, czy wynik jest realistyczny dla zwykłego pociągu pasażerskiego.

6 Wykres bez rysunku**wykres prędkości od czasu**

Prędkość ciała zmienia się następująco: przez pierwsze 6 s rośnie liniowo od 0 do 18 m/s, przez kolejne 8 s jest stała, a następnie przez 5 s maleje liniowo do 3 m/s. Oblicz całkowitą drogę. Następnie znajdź średnią prędkość w całym ruchu i porównaj ją z średnią arytmetyczną prędkości początkowej i końcowej.

7 Dwa wykresy, jedno spotkanie**ruch jednostajnie przyspieszony**

Ciało A rusza z punktu $x = 0$ ruchem jednostajnym z prędkością 4 m/s. Ciało B startuje z tego samego punktu 3 s później ruchem jednostajnie przyspieszonym bez prędkości początkowej, z przyspieszeniem $1,5 \text{ m/s}^2$. Oblicz, kiedy ciało B dogoni ciało A. Sprawdź, czy w chwili dogonienia prędkości obu ciał są równe.

8 Pościg z ograniczeniem**ruch jednostajnie przyspieszony**

Motocykl rusza z postoju 12 s po samochodzie, który jedzie ze stałą prędkością 72 km/h. Motocykl przyspiesza jednostajnie z przyspieszeniem $2,0 \text{ m/s}^2$, ale tylko do prędkości 108 km/h, po czym jedzie dalej ze stałą prędkością. Oblicz, czy dogoni samochód przed upływem 60 s od startu samochodu. Jeśli tak, podaj czas i drogę od punktu startu.

9 Radar odcinkowy**średnia prędkość**

Samochód przejechał odcinek kontrolowany o długości 4,2 km w czasie 2 min 48 s. Na pierwszych 900 m jechał z prędkością 54 km/h, potem przyspieszył i przez resztę odcinka jechał ruchem jednostajnym. Oblicz tę drugą prędkość. Następnie oceń, czy na podstawie samej średniej prędkości można rozstrzygnąć, jak samochód poruszał się wewnątrz odcinka.

10 Winda i upuszczona piłka**ruch względny**

Winda jedzie w górę z prędkością stałą 2,0 m/s. Z ręki pasażera zostaje puszczona piłka z wysokości 1,6 m nad podłogą windy. Pomijając opory powietrza, oblicz czas spadania piłki względem windy. Następnie opisz ruch piłki względem obserwatora stojącego na zewnątrz szybu.

11 Piłka rzucona w jadącej windzie**rzut pionowy**

Winda porusza się w dół z prędkością 3,0 m/s. Pasażer rzuca piłkę pionowo w górę względem windy z prędkością 5,0 m/s. Oblicz maksymalną wysokość piłki względem ręki pasażera oraz początkową prędkość piłki względem obserwatora stojącego obok szybu. Wyjaśnij, dlaczego te dwie informacje nie są sprzeczne.

12 Dwa rzuty pionowe**rzut pionowy**

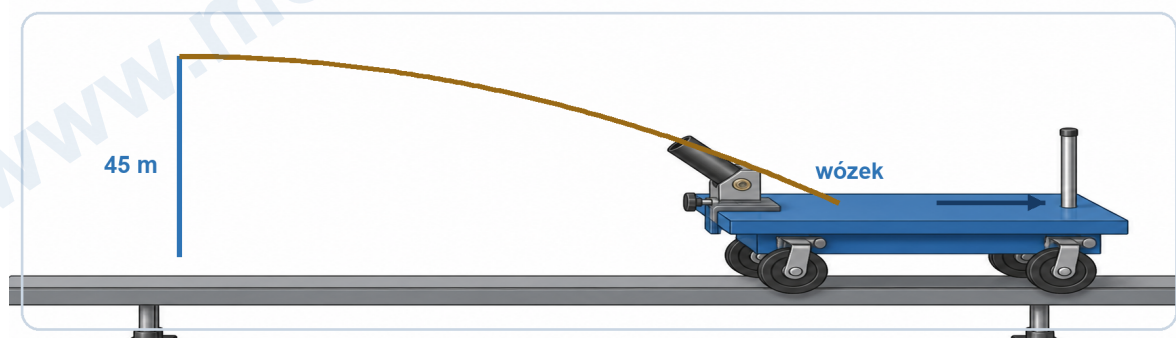
Z punktu A rzucono pionowo w górę kulkę z prędkością 18 m/s . Po $1,2 \text{ s}$ z tego samego punktu rzucono drugą kulkę pionowo w górę z prędkością 24 m/s . Oblicz, czy kulki spotkają się w powietrzu. Jeśli tak, wyznacz czas spotkania liczony od rzutu pierwszej kulki i wysokość spotkania nad punktem A.

13 Rzut z balkonu**rzut poziomy**

Z balkonu na wysokości 20 m rzucono poziomo piłkę z prędkością $8,0 \text{ m/s}$. W tej samej chwili z tego samego punktu puszczono swobodnie drugą piłkę. Porównaj czasy spadania obu piłek i oblicz odległość poziomą pierwszej piłki od podstawy budynku w chwili uderzenia o ziemię. Przyjmij $g = 10 \text{ m/s}^2$.

**14 Trafienie w poruszający się cel****rzut poziomy**

Z wysokości 45 m wystrzelono poziomo kulkę. W chwili wystrzału w odległości 18 m od pionu przechodzącego przez punkt wystrzału znajduje się wózek poruszający się poziomo od tego pionu z prędkością $2,0 \text{ m/s}$. Jaką prędkość poziomą musi mieć kulka, aby trafić w wózek w chwili zetknięcia z jego poziomą platformą? Przyjmij $g = 10 \text{ m/s}^2$.

**15 Dwa kąty, ten sam zasięg****rzut ukośny**

Kamień rzucono z poziomu ziemi z prędkością 20 m/s pod kątem 30° do poziomu. Drugi kamień rzucono z tą samą prędkością pod kątem 60° . Porównaj zasięgi i czasy lotu obu kamieni. Następnie wyjaśnij, dlaczego jednakowy zasięg nie oznacza jednakowego przebiegu ruchu.

16 Brama na boisku**rzut ukośny**

Piłkę została kopnięta z ziemi z prędkością 22 m/s pod kątem 40° do poziomu. Bramka znajduje się 24 m dalej, a poprzeczka jest na wysokości 2,44 m. Sprawdź, czy piłka przeleci nad poprzeczką, pod nią, czy uderzy w okolice poprzeczki. Przyjmij $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ i pomiń opór powietrza.

17 Rzut z klifu**rzut poziomy**

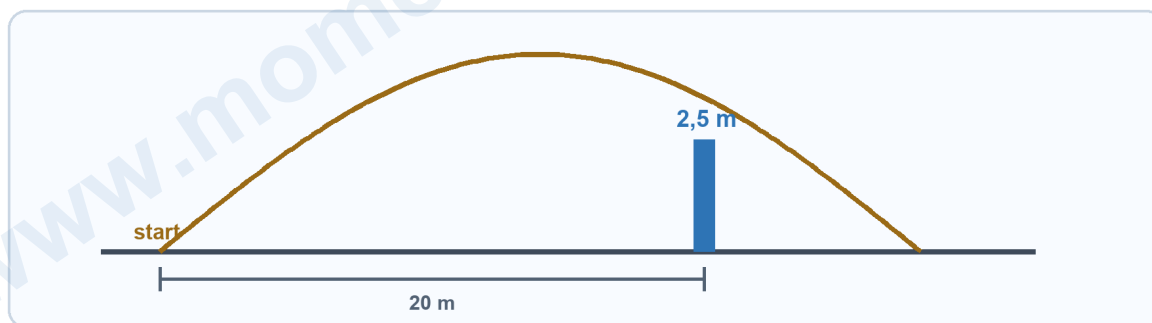
Z klifu o wysokości 35 m rzucono poziomo kamień z prędkością 12 m/s. Oblicz czas lotu, zasięg poziomy oraz wartość prędkości kamienia tuż przed uderzeniem w wodę. Następnie wyznacz kąt, jaki wektor prędkości tworzy wtedy z poziomem.

18 Najwyższy punkt toru**rzut ukośny**

Pocisk porusza się po torze parabolicznym. W najwyższym punkcie toru jego prędkość wynosi 16 m/s i jest pozioma. Całkowity czas lotu wynosi 5,0 s. Oblicz prędkość początkową pocisku oraz kąt wyrzutu względem poziomu. Przyjmij $g = 10 \text{ m/s}^2$.

19 Przeszkoda na torze**rzut ukośny**

Piłkę rzucono z poziomu ziemi z prędkością 18 m/s pod kątem 42° do poziomu. W odległości 20 m od miejsca rzutu znajduje się pionowa przeszkoda o wysokości 2,5 m. Sprawdź, czy piłka przeleci nad przeszkodą. Następnie oblicz, jaką minimalną prędkość początkową musiałaby mieć piłka przy tym samym kącie wyrzutu, aby minąć przeszkodę z zapasem 0,5 m. Przyjmij $g = 10 \text{ m/s}^2$.

**20 Deszcz na szybie****prędkość względna**

Krople deszczu spadają pionowo względem ziemi z prędkością 8 m/s. Samochód jedzie poziomo z prędkością 15 m/s. Pod jakim kątem do pionu kierowca widzi tory kropli na bocznej szybie? Jak zmieni się ten kąt, gdy samochód zwolni do 7,5 m/s?

21

Łódka na rzece**składanie prędkości**

Rzeka ma szerokość 120 m i płynie z prędkością 1,5 m/s. Łódka może płynąć względem wody z prędkością 3,0 m/s. Sternik chce dopłynąć dokładnie do punktu położonego naprzeciwko miejsca startu. Pod jakim kątem względem brzegu powinien skierować łódkę i ile czasu zajmie przeprawa?



22

Chodnik ruchomy**ruch względny**

Na lotnisku człowiek idzie po ruchomym chodniku. Gdy idzie zgodnie z ruchem chodnika, pokonuje odcinek w 24 s. Gdy idzie pod prąd z taką samą prędkością względem chodnika, pokonuje ten sam odcinek w 72 s. Oblicz, ile czasu zajęłoby pokonanie odcinka, gdyby człowiek stał na chodniku, oraz gdyby szedł po nieruchomej podłodze.

23

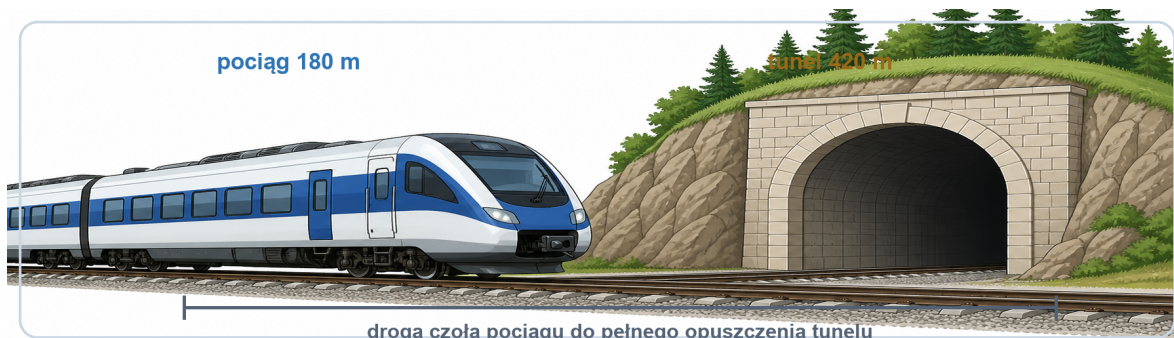
Schody ruchome**ruch względny**

Uczeń wchodząc po jadących w górę schodach ruchomych naliczył 40 stopni i dotarł na górę w 20 s. Gdy wszedł dwa razy szybciej względem stopni, naliczył 60 stopni. Oblicz, ile stopni byłoby widocznych, gdyby schody były zatrzymane, oraz jak długo wwoziłyby nieruchomo stojącego ucznia.

24

Pociąg i tunel**ruch jednostajny**

Pociąg o długości 180 m wjeżdża do tunelu o długości 420 m. Od chwili, gdy czoło pociągu wjeżdża do tunelu, do chwili, gdy koniec pociągu opuszcza tunel, mija 30 s. Oblicz prędkość pociągu. Następnie oblicz, ile czasu samo czoło pociągu znajduje się w tunelu.



25 Mijanie dwóch pociągów**ruch względny**

Dwa pociągi jadą po równoległych torach w przeciwnych kierunkach. Pierwszy ma długość 150 m i jedzie z prędkością 72 km/h, drugi ma długość 210 m i jedzie z prędkością 54 km/h. Oblicz czas całkowitego minięcia się pociągów. Następnie rozwiąż analogiczny problem dla ruchu w tym samym kierunku, gdy szybszy pociąg dogania wolniejszy.

26 Fotografia stroboskopowa**ruch jednostajnie przyspieszony**

Na zdjęciu stroboskopowym wykonanym co 0,20 s kolejne położenia kulki na jednej prostej są oddalone od początku ruchu o: 0 cm, 6 cm, 16 cm, 30 cm, 48 cm. Sprawdź, czy ruch można uznać za jednostajnie przyspieszony. Jeżeli tak, wyznacz prędkość początkową i przyspieszenie.

27 Równanie położenia**równanie ruchu**

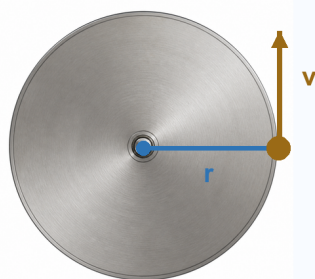
Położenie ciała poruszającego się po osi x opisuje funkcja $x(t) = 2 + 6t - t^2$, gdzie x jest w metrach, a t w sekundach. Wyznacz chwilę zatrzymania, maksymalne położenie oraz drogę przebytą przez ciało od $t = 0$ do $t = 8$ s. Zwróć uwagę na różnicę między drogą a przemieszczeniem.

28 Droga i przemieszczenie**droga i przemieszczenie**

Uczeń biegnie 300 m na wschód, potem 400 m na północ, a następnie wraca najkrótszą drogą do punktu startu. Oblicz całkowitą drogę, wartość przemieszczenia po dwóch pierwszych odcinkach oraz średnią szybkość, jeśli cały ruch trwał 5 min. Wyjaśnij, dlaczego średnia prędkość wektorowa dla całej trasy jest równa zero.

29 Ruch po okręgu**ruch jednostajny po okręgu**

Punkt na brzegu tarczy o promieniu 0,40 m wykonuje 90 obrotów na minutę. Oblicz okres, częstotliwość, prędkość kątową oraz prędkość liniową punktu. Następnie porównaj prędkość liniową z prędkością punktu leżącego w połowie promienia tarczy.



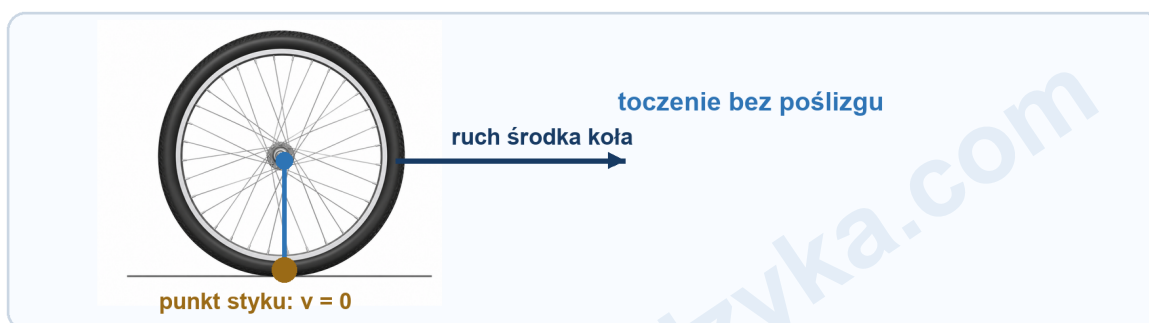
punkt na brzegu tarczy
promień r wyznacza tor ruchu

30 Dwie wskazówki zegara**ruch jednostajny po okręgu**

Wskazówka minutowa i godzinowa zegara pokrywają się o godzinie 12:00. Oblicz, po jakim czasie pokryją się ponownie. Następnie wyznacz, ile razy w ciągu 12 godzin wskazówki dokładnie się pokrywają i dlaczego nie jest to 12 razy.

31 Koło bez poślizgu**toczenie bez poślizgu**

Koło roweru o promieniu $0,35\text{ m}$ toczy się bez poślizgu z prędkością środka $7,0\text{ m/s}$. Oblicz prędkość kątową koła oraz częstotliwość obrotów. Następnie opisz, jaka jest chwilowa prędkość punktu styku opony z podłożem względem ziemi.

**32 Punkt na oponie****toczenie bez poślizgu**

Koło toczy się bez poślizgu. Środek koła porusza się z prędkością v . Porównaj wartości prędkości chwilowej punktu na górze opony, punktu na dole opony i punktu na wysokości środka koła względem ziemi. Uzasadnij odpowiedź wektorowo.

33 Karuzela**ruch jednostajny po okręgu**

Dwoje dzieci siedzi na karuzeli obracającej się ze stałą prędkością kątową. Pierwsze siedzi $1,2\text{ m}$ od osi, drugie $2,0\text{ m}$ od osi. Karuzela wykonuje jeden obrót w 8 s . Oblicz prędkości liniowe obu dzieci i drogę przebytą przez każde z nich w czasie 1 min .

34 Zakręt na mapie**ruch po łuku**

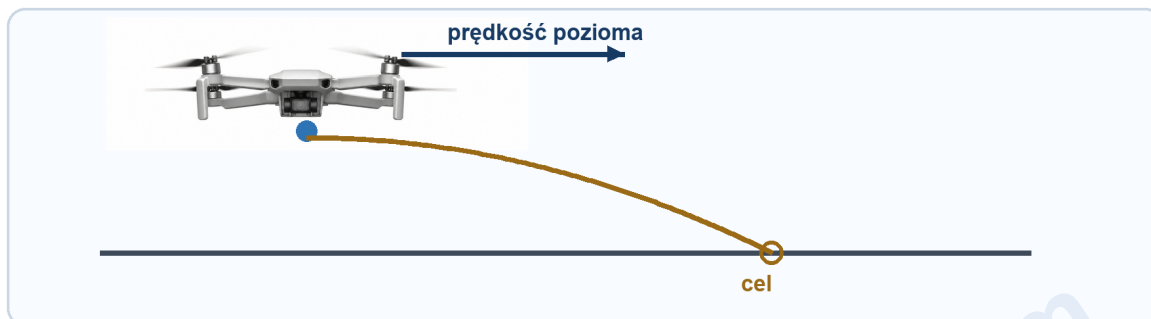
Samochód jedzie po łuku drogi o promieniu 50 m ze stałą szybkością 36 km/h . Oblicz, jaką drogę pokona na łuku odpowiadającym kątowi 72° i ile czasu to zajmie. Następnie wyznacz średnią prędkość wektorową na tym odcinku, korzystając z długości cięciwy.

35 Kropla z obracającego się koła**toczenie i rzut**

Koło roweru o promieniu $0,35\text{ m}$ toczy się bez poślizgu z prędkością $6,0\text{ m/s}$. Z najwyższego punktu opony odrywa się kropla wody. Przyjmując, że po oderwaniu kropla porusza się jak ciało rzucone, wyznacz jej początkową prędkość względem ziemi i opisz kierunek tej prędkości.

36 Dron i paczka**rzut poziomy**

Dron leci poziomo z prędkością 12 m/s na wysokości 45 m . W pewnej chwili wypuszcza paczkę bez nadawania jej dodatkowej prędkości. Oblicz, jak daleko poziomo od punktu wypuszczenia spadnie paczka. Następnie oblicz, gdzie powinien znajdować się dron względem celu w chwili wypuszczenia paczki, aby paczka trafiła w cel.

**37 Ruchomy cel pod zrzutem****rzut poziomy**

Samolot leci poziomo z prędkością 80 m/s na wysokości 500 m . Na ziemi w tym samym kierunku porusza się pojazd z prędkością 20 m/s . Pomijając opór powietrza, oblicz, w jakiej odległości poziomej za pojazdem lub przed pojazdem powinien znajdować się samolot w chwili zrzutu ładunku, aby ładunek spadł na pojazd.

38 Dwa sygnały świetlne**ruch jednostajnie przyspieszony**

Rowerzysta jedzie z prędkością $6,0 \text{ m/s}$. W chwili, gdy mija punkt A, drugi rowerzysta stojący 90 m dalej rusza w tym samym kierunku ruchem jednostajnie przyspieszonym z przyspieszeniem $0,50 \text{ m/s}^2$. Oblicz, czy pierwszy rowerzysta dogoni drugiego. Jeżeli tak, podaj czas i miejsce. Jeżeli nie, wyznacz minimalną prędkość pierwszego rowerzysty potrzebną do dogonienia.

39 Autobus między przystankami**ruch złożony etapami**

Autobus rusza z przystanku, przyspiesza jednostajnie z przyspieszeniem $1,0 \text{ m/s}^2$ przez 12 s , następnie jedzie ze stałą prędkością, a na końcu hamuje jednostajnie z opóźnieniem $1,5 \text{ m/s}^2$ aż do zatrzymania na kolejnym przystanku. Odległość między przystankami wynosi 600 m . Oblicz całkowity czas jazdy.

40 Najkrótszy czas przejazdu**ruch z ograniczeniami**

Samochód startuje z postoju i ma przejechać odcinek 500 m , kończąc również w spoczynku. Maksymalne przyspieszenie ma wartość $2,0 \text{ m/s}^2$, maksymalne opóźnienie $4,0 \text{ m/s}^2$, a dopuszczalna prędkość maksymalna wynosi 25 m/s . Wyznacz najkrótszy możliwy czas przejazdu i opisz fazy ruchu.