



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ  
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Естественные науки»

## **КИНЕМАТИКА**

Механическое движение материальной точки по  
прямой линии с неравномерным изменением  
скорости

Часть 1, 2

Методические указания к решению задач по  
физике для иностранных студентов  
предвузовской подготовки

Составитель  
Драпкина Н.Е.

Ростов-на-Дону, 2013



## Аннотация

Методические указания предназначены для иностранных студентов предвузовской подготовки технического, естественнонаучного и медико-биологического профилей. Могут быть использованы как на занятиях в аудиторное время, так и для самостоятельной подготовки обучающихся при выполнении ими домашних заданий. Содержат методические указания к решению задач и задачи с ответами.

## Составитель



канд. хим. наук, доцент  
Н.Е. Драпкина





## Оглавление

<b>Неравномерное движение .....</b>	<b>4</b>
<b>Примеры решения текстовых вычислительных задач .....</b>	<b>8</b>
<b>Задачи .....</b>	<b>13</b>
<b>Ответы.....</b>	<b>17</b>
<b>Литература .....</b>	<b>18</b>





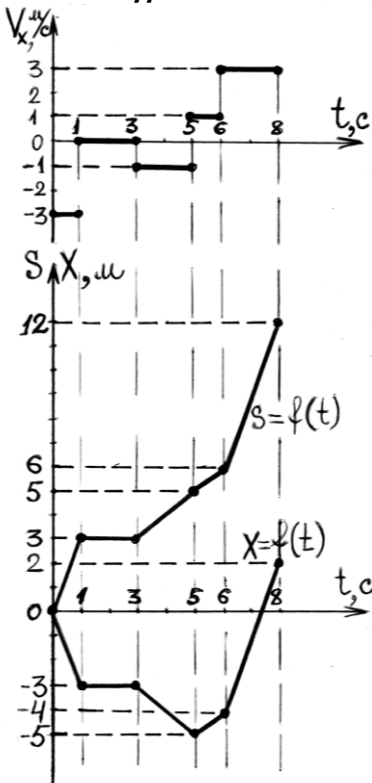
## Кинематика

- Методические указания содержат два вида задач:
- графические задачи (№№ 1-2),
  - текстовые вычислительные задачи (№№ 3-20).

**Обратите внимание!**

Во всех задачах мы условно считаем, что изменение скорости происходит мгновенно, что в действительности нереально.

## Примеры решения графических задач

**Задача А.**

По графику скорости неравномерного движения построить графики пути и координаты. Определить среднюю скорость пути за всё время движения.

(Считаем, что  $x_{01} = 0$  м).

**Решение:**

Мы видим на графике скорости пять участков. На каждом участке скорость тела не изменяется (на каждом из этих участков тело движется равномерно или не движется).

Найдём путь тела на каждом участке:

$$S_i = |\vec{V}_i| \Delta t_i, \text{ а также}$$

начальную и конечную координаты каждого участка:

$$x_i = x_{0i} + V_{ix} \Delta t_i,$$

где  $i$  – номер участка.



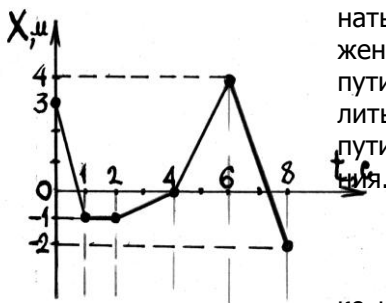
Составим таблицу:

$i$	$\Delta t_i$	$V_{ix}$	$S_i$	$X_i$
1	1	-3	3	$x_1 = 0 - 3 = -3$
2	2	0	0	$x_2 = -3 + 0 = -3$
3	2	-1	2	$x_3 = -3 - 2 = -5$
4	1	+1	1	$x_4 = -5 + 1 = -4$
5	2	+3	6	$x_5 = -4 + 6 = +2$

По данным таблицы начертим графики пути и координаты под графиком скорости на одном рисунке так, чтобы границы участков совпадали на всех графиках. Найдём среднюю скорость пути за всё время движения по формуле (3):

$$V_{\text{cp}} = \frac{\sum_{i=1}^5 S_i}{\sum_{i=1}^5 \Delta t_i} = \frac{3+0+2+1+6}{1+2+2+1+2} = \frac{12}{8} = 1,5 \text{ м/с.}$$

### Задача Б.



По графику координаты неравномерного движения построить графики пути и скорости. Определить среднюю скорость пути за всё время движения.

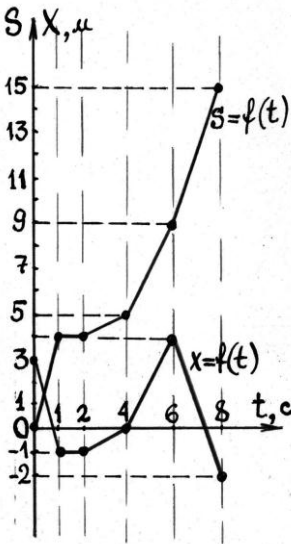
### Решение:

Мы видим на графике координаты пять участков. На каждом из этих участков тело движется равномерно или не дви-



Составим таблицу:

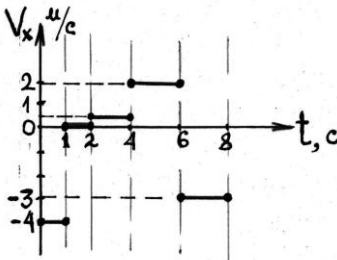
$i$	$\Delta t_i$	$x_{0i}$	$x_i$	$S_i =  x_i - x_{0i} $	$v_{ix} = \frac{x_i - x_{0i}}{\Delta t_i}$
1	1	3	-1	4	-4
2	1	-1	-1	0	0
3	2	-1	0	1	0,5
4	2	0	4	4	2
5	2	4	-2	6	-3



По данным таблицы начертим графики пути и скорости так, чтобы границы участков совпадали на всех графиках. Графики пути и координаты лучше делать вместе на одном рисунке.

Найдём среднюю скорость пути за всё время движения по формуле (3):

$$V_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^5 S_i}{\sum_{i=1}^5 \Delta t_i} = \frac{4 + 0 + 1 + 4 + 6}{1 + 1 + 2 + 2 + 2}$$



$$V_{cp} = \frac{15}{8} \approx 1,9 \text{ м/с}$$



## ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ТЕКСТОВЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ЗАДАЧ

### **Задача В.**

Пять секунд (5 с) тело двигалось со скоростью 6 м/с, потом за 2 с оно прошло 10 м, потом 5 с находилось в состоянии покоя, затем 15 м оно двигалось со скоростью 5 м/с в противоположном направлении и последние 5 с тело двигалось со скоростью 9 м/с в первоначальном направлении. Найти среднюю скорость движения тела. Начертить график скорости.

### **Решение:**

Прочитаем условие задачи и определим число участков, на которых скорость тела не изменяется, то есть тело движется равномерно или не движется. В данной задаче таких участков пять. Для каждого участка по формуле  $S_i = |\vec{V}_i| \cdot \Delta t_i$  найдём неизвестный параметр по двум известным. Запишем «Дано» в таком виде, чтобы на одной строке были параметры движения тела ( $S$ ,  $\Delta t$ ,  $V$ ) на одном участке.

Дано:

$$S_1 = V_1 \cdot \Delta t_1 = 30 \text{ м} \quad \Delta t_1 = 5 \text{ с} \quad V_1 = 6 \text{ м/с}$$

$$S_2 = 10 \text{ м} \quad \Delta t_2 = 2 \text{ с} \quad V_2 = \frac{S_2}{\Delta t_2} = 5 \text{ м/с}$$

$$S_3 = 0 \text{ м} \quad \Delta t_3 = 5 \text{ с} \quad V_3 = 0 \text{ м/с}$$

$$S_4 = 15 \text{ м} \quad \Delta t_4 = \frac{S_4}{V_4} = 3 \text{ с} \quad V_4 = 5 \text{ м/с}$$

$$S_5 = V_5 \cdot \Delta t_5 = 45 \text{ м} \quad \Delta t_5 = 5 \text{ с} \quad V_5 = 9 \text{ м/с}$$

$$V_{\text{cp}} = ?$$



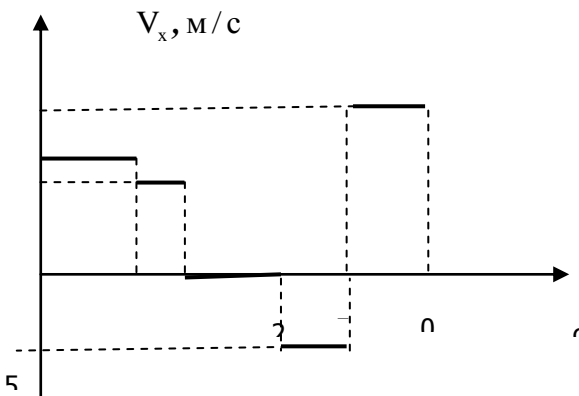


Найдём  $V_{cp}$  по формуле (3):

$$V_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^5 S_i}{\sum_{i=1}^5 \Delta t_i} = \frac{S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5}{\Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3 + \Delta t_4 + \Delta t_5}$$

$$V_{cp} = \frac{(30 + 10 + 0 + 15 + 45) \text{ м}}{(5 + 2 + 5 + 3 + 5) \text{ с}} = \frac{100 \text{ м}}{20 \text{ с}} = 5 \text{ м/с}.$$

Начертим график скорости. На участке 4 тело двигалось в противоположном направлении, следовательно,  $V_{4x} < 0$ .



Ответ:  $V_{cp} = 5 \text{ м/с}$ .

### **Обратите внимание!**

**Задачи Г и Д** решают так же, как **задачу В**, только ответ нужно получить в общем виде, а затем в формулу ответа подставить числа.

### **Задача Г.** (Часть пути)

Одну третью часть пути тело двигалось со скоростью 12 м/с, а остальную часть пути – со скоростью 8 м/с. Определить среднюю скорость движения тела.

**Решение:**

В данной задаче два участка, на каждом из которых скорость не изменяется, то есть тело движется равномерно. Обозначим весь путь тела  $S$ , тогда путь тела на первом участке:

$$S_1 = \frac{1}{3}S, \quad \text{путь тела на втором участке: } S_2 = \frac{2}{3}S. \quad \text{Для каждого}$$

участка найдем  $\Delta t_i$ . Запишем «Дано» в том же виде, как в **задаче В**:

Дано:

$$S_1 = \frac{S}{3} \text{ м} \quad \Delta t_1 = \frac{S_1}{V_1} = \frac{S}{3V_1} \text{ с} \quad V_1 = 12 \text{ м/с}$$

$$S_2 = \frac{2S}{3} \text{ м} \quad \Delta t_2 = \frac{S_2}{V_2} = \frac{2S}{3V_2} \text{ с} \quad V_2 = 8 \text{ м/с}$$

---


$$V_{\text{cp}} = ?$$

Найдём  $V_{\text{cp}}$  по формуле (3):

$$V_{\text{cp}} = \frac{S_1 + S_2}{\Delta t_1 + \Delta t_2} = \frac{S}{\frac{S}{3V_1} + \frac{2S}{3V_2}} = \frac{S \cdot 3V_1 \cdot V_2}{S(V_2 + 2V_1)}$$

$$V_{\text{cp}} = \frac{3V_1 \cdot V_2}{V_2 + 2V_1}$$

- это формула ответа.

Подставим в формулу ответа числа и выполним действия над единицами измерения:

$$V_{\text{cp}} = \frac{3 \cdot 12 \cdot 8}{8 + 2 \cdot 12} = 9 \text{ м/с.} \quad \left[ \frac{\text{м/с} \cdot \text{м/с}}{\text{м/с}} = \text{м/с} \right]$$

Ответ:  $V_{\text{cp}} = 9 \text{ м/с}$ .

**Задача Д.** (Часть времени)

Средняя скорость теплохода за всё время движения 16 км/ч. Две пятых части всего времени теплоход движется со скоростью 25 км/ч. Найти скорость теплохода в остальное время.

**Решение:**

В данной задаче два участка, на каждом из которых скорость не изменяется, то есть теплоход движется равномерно. Обозначим всё время движения теплохода  $t$ , тогда время движения

на первом участке:  $\Delta t_1 = \frac{2}{5}t$ , время движения на втором

участке:  $\Delta t_2 = \frac{3}{5}t$ . Для каждого участка найдём  $S_i = V_i \Delta t_i$ .

Запишем «Дано» в том же виде, как в **задачах В и Г**:

Дано:

$$S_1 = V_1 \Delta t_1 = \frac{2V_1 t}{5} \text{ км} \quad \Delta t_1 = \frac{2}{5}t \text{ ч} \quad V_1 = 25 \text{ км/ч}$$

$$S_2 = V_2 \Delta t_2 = \frac{3V_2 t}{5} \text{ км} \quad \Delta t_2 = \frac{3}{5}t \text{ ч} \quad V_{\text{cp}} = 16 \text{ км/ч}$$

---


$$V_2 = ?$$

Из формулы (3):

$$V_{\text{cp}} = \frac{S_1 + S_2}{\Delta t_1 + \Delta t_2} = \frac{\frac{2V_1 t}{5} + \frac{3V_2 t}{5}}{t} = \frac{t(2V_1 + 3V_2)}{5t} \Rightarrow$$

$$V_2 = \frac{5V_{\text{cp}} - 2V_1}{3}$$

- это формула ответа.

Подставим в формулу ответа числа и сделаем вычисления:



## Кинематика

$$V_2 = \frac{5 \cdot 16 - 2 \cdot 25}{3} = 10 \text{ км/ч.}$$

Ответ:  $V_2 = 10 \text{ км/ч.}$

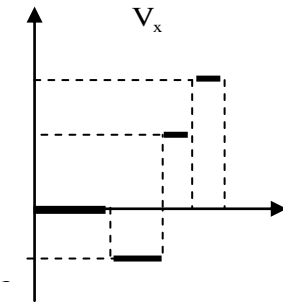




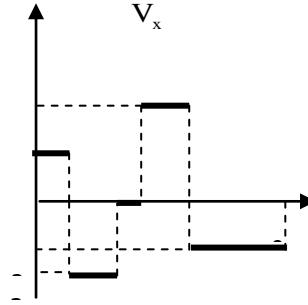
## ЗАДАЧИ

1. По данным графикам скорости неравномерного движения построить графики пути и координаты. Определить среднюю скорость пути за всё время движения. (Считаем, что  $x_{01} = 2\text{м}$ ).

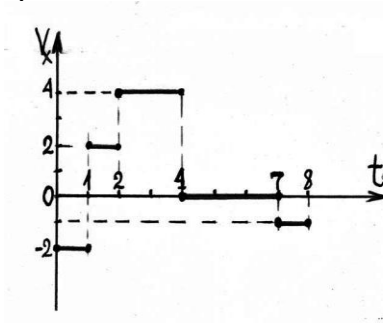
а)



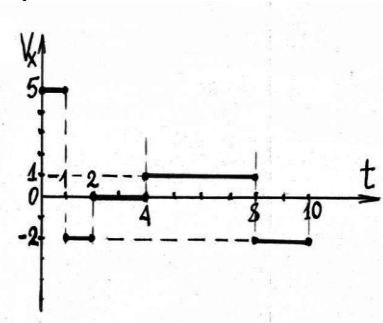
б)



в)

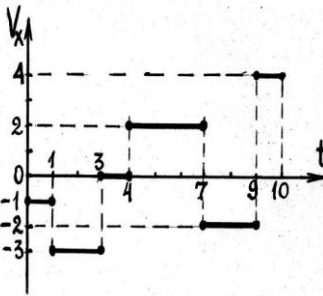


г)

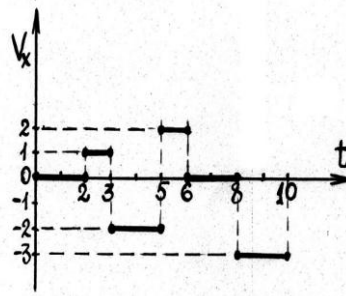




д)

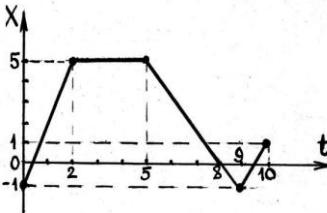


е)

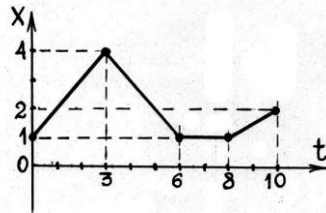


2. По данным графикам координаты неравномерного движения построить графики пути и скорости. Определить среднюю скорость пути за всё время движения.

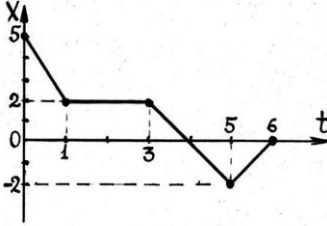
а)



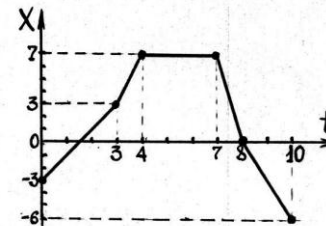
б)



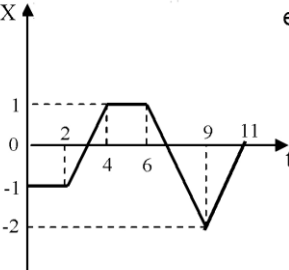
в)



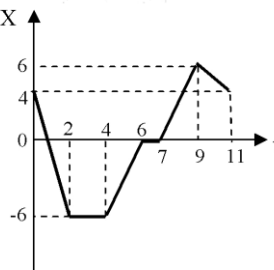
г)



д)



е)





3. Автобус ехал 2 часа со скоростью 30 км/ч, затем за 1 час он прошёл путь 50 км, потом 5 часов он стоял на остановке, потом со скоростью 70 км/ч автобус проехал 140 км в противоположном направлении. Найти среднюю скорость движения автобуса. Начертить график скорости.
4. Тело 3 с движется со скоростью 1 м/с, потом 4 с тело не движется, потом проходит 8 м в противоположном направлении со скоростью 4 м/с, потом движется 2 м со скоростью 0,5 м/с в начальном направлении. Найти среднюю скорость движения тела. Начертить график скорости.
5. Велосипедист 30 м проехал со скоростью 3 м/с, потом 40 с он двигался со скоростью 2 м/с. Потом он остановился и стоял 5 с. Потом проехал 240 м в противоположном направлении за 2 минуты. Найти среднюю скорость движения велосипедиста. Начертить график скорости.
6. Машина проехала 210 км за 3 часа. Потом 30 минут она стояла на остановке. Потом она проехала еще 100 км со скоростью 50 км/ч в противоположном направлении. Потом машина опять стояла 30 мин. Затем машина 2 часа ехала со скоростью 45 км/ч в начальном направлении. Найти среднюю скорость движения машины. Начертить график скорости.
7. Тело проходит 3 м со скоростью 3 м/с, потом тело движется 4 с в противоположном направлении со скоростью 0.5 м/с. Затем тело проходит 24 м за 2 с в начальном направлении, потом 4 с тело не движется. Затем со скоростью 7 м/с тело движется 1 с. Найти среднюю скорость движения тела. Начертить график скорости.
8. Студент идёт из общежития в институт со скоростью 6 км/ч, а из института в общежитие идёт со скоростью 3 км/ч. Определить среднюю скорость движения студента.
9. Машина две трети своего пути ехала со скоростью 16 м/с, а остальную часть пути - со скоростью 8 м/с. Определить среднюю скорость машины на всём пути.
10. Одну пятую часть пути тело движется со скоростью 2 м/с, а остальную часть пути - со скоростью 12 м/с. Определить среднюю скорость движения тела.
11. Средняя скорость поезда на всём пути 40 км/ч. Одну четвёртую часть пути поезд проходит со скоростью 60 км/ч. Найти скорость поезда на остальной части пути.
12. Спортсмен одну третью часть дистанции пробежал со скоро-



## Кинематика

- стью 6 м/с. Найти скорость спортсмена на остальной части дистанции, если его средняя скорость на всей дистанции была 4,5 м/с.
13. Машина половину времени ехала со скоростью 90 км/ч, а другую половину - со скоростью 60 км/ч. Определить среднюю скорость движения машины.
  14. Средняя скорость тела за всё время движения 20 м/с. Половину времени тело двигалось со скоростью 25 м/с. Найти скорость тела в остальное время.
  15. Одну третью часть времени велосипедист ехал со скоростью 27 км/ч, а остальное время - со скоростью 18 км/ч. Определить среднюю скорость движения велосипедиста.
  16. Одну четвёртую часть времени тело двигалось со скоростью 40 м/с. Определить скорость тела в остальную часть времени, если средняя скорость его движения 25 м/с.
  17. Средняя скорость машины за всё время движения 14 м/с. Одну шестую часть времени машина ехала со скоростью 24 м/с. Найти скорость машины в остальное время.
  - 18\*. Велосипедист проезжает первую половину пути со скоростью 10 м/с, вторую половину пути - за 10,5 секунд с другой скоростью. Найти путь велосипедиста, если его средняя скорость на всём пути 5 м/с. За какое время он проехал первую половину пути?
  - 19\*. Человек половину пути проехал на велосипеде со скоростью 12 км/ч. После этого, на остальной части пути половину времени он ехал со скоростью 6 км/ч, а другую половину времени шёл со скоростью 2 км/ч. Определить среднюю скорость человека на всём пути.
  - 20\*. Машина одну третью часть пути из Ростова в Москву проехала со скоростью 60 км/ч, а остальную часть пути – со скоростью 120 км/ч. На обратном пути из Москвы в Ростов половину времени она ехала со скоростью 50 км/ч, а другую половину времени - со скоростью 40 км/ч. Определить среднюю скорость движения машины на всём пути: Ростов – Москва - Ростов.

\*№№18-20 - задачи повышенной трудности.







## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Корочкина Л.Н. ФИЗИКА: учеб. пособие для студ.-иностр. подготов.фак. вузов / Л.Н. Корочкина, А.С. Каурова, Л.Д. Шутенко, Б.П. Стасюк. – М.:Высшая школа, 1983. с. 8 - 22.