

# ФИЗИКА

**Единый Государственный Экзамен**

**ГОТОВИМСЯ К ИТОГОВОЙ аттестации**

Доченька,  
не забудь сдать телефон и,  
конечно, не вздумай  
пользоваться шпаргалкой!

ВХОД  
В ППЭ

Мама, не волнуйся!  
Ведь я готовилась ко всем экзаменам  
по пособиям Издательства  
«Интеллект-Центр» и уверена  
в своих знаниях!

**#ЕГЭучебник2024**



УДК 373.167.1:53

ББК 22.3я721

X19

**Ханнанов, Н. К.**

**X19** Физика. Единый государственный экзамен. Готовимся к итоговой аттестации / Н. К. Ханнанов, В. А. Орлов. — Эл. изд. — 1 файл pdf : 291 с. — Москва : Издательство «Интеллект-Центр», 2024. — (Единый государственный экзамен). — Систем. требования: Adobe Reader XI либо Adobe Digital Editions 4.5 ; экран 10". — Текст : электронный.

ISBN 978-5-907651-87-6

Данное пособие предназначено для подготовки учащихся 10–11-х классов к Единому государственному экзамену (ЕГЭ) по физике. Издание включает типовые задания по всем содержательным линиям экзаменационной работы, а также примерные варианты в формате ЕГЭ 2024 года. Пособие поможет школьникам проверить свои знания и умения по предмету, а учителям — оценить степень достижения требований образовательных стандартов отдельными учащимися и обеспечить их целенаправленную подготовку к экзамену.

Пособие может быть также использовано учителями как сборник заданий в формате ЕГЭ при системном изучении курса физики в 10–11-х классах.

УДК 373.167.1:53

ББК 22.3я721

**Электронное издание на основе печатного издания:** Физика. Единый государственный экзамен. Готовимся к итоговой аттестации / Н. К. Ханнанов, В. А. Орлов. — Москва : Издательство «Интеллект-Центр», 2024. — 288 с. — (Единый государственный экзамен). — ISBN 978-5-907651-57-9. — Текст : непосредственный.

В соответствии со ст. 1299 и 1301 ГК РФ при устранении ограничений, установленных техническими средствами защиты авторских прав, правообладатель вправе требовать от нарушителя возмещения убытков или выплаты компенсации.

ISBN 978-5-907651-87-6

© ООО «Издательство «Интеллект-Центр», 2024

© Ханнанов Н. К., Орлов В. А., 2021

# Часть I

## ТЕМАТИЧЕСКИЕ ПОДБОРКИ ЗАДАНИЙ, ТРЕБУЮЩИХ КРАТКОГО ОТВЕТА

---

### ЗАДАНИЯ НА ПОЛУЧЕНИЕ ЧИСЛЕННОГО ОТВЕТА, СОПОСТАВЛЕНИЕ И МНОЖЕСТВЕННЫЙ ВЫБОР (задания № 1–23 в вариантах КИМ ЕГЭ)

#### Тематический блок № 1 «Кинематика»

##### Ученику на заметку

Кодификатор элементов содержания предполагает знание и умение использовать по данной теме следующие уравнения, описывающие движение тела в заданной системе отсчета.

1. При равномерном движении по прямой по оси  $Ox$

$$x(t) = x_0 + v_x t;$$

$$v_x(t) = v_{0x} = \text{const},$$

$v_x$  – проекция вектора скорости на ось  $x$ .

2. При равноускоренном движении по прямой

$$x(t) = x_0 + v_{0x}t + a_x \frac{t^2}{2};$$

$$v_x(t) = v_{0x} + a_x t;$$

$$a_x = \text{const};$$

$$v_{2x}^2 - v_{1x}^2 = 2a_x(x_2 - x_1),$$

$a_x$  – проекция вектора ускорения на ось  $x$ .

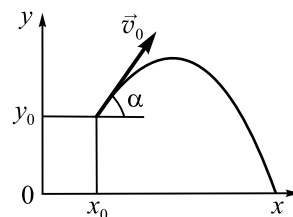
3. При движении тела, брошенного под углом к горизонту и двигающегося по параболе с ускорением свободного падения  $\vec{g}$  в следующей системе отсчета, связанной с поверхностью земли (см. рис.)

$$\begin{cases} x(t) = x_0 + v_{0x}t = x_0 + v_0 \cos \alpha t; \\ y(t) = y_0 + v_{0y}t + g_y t^2/2 = y_0 + v_0 \sin \alpha t - gt^2/2; \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_x(t) = v_{0x} = v_0 \cos \alpha; \\ v_y(t) = v_{0y} + g_y t = v_0 \sin \alpha - gt, \end{cases}$$

$$\begin{cases} g_x = 0; \\ g_y = -g = \text{const}; \end{cases}$$

$v_0$  и  $g$  – модули начальной скорости и ускорения.



4. При равномерном движении тела по окружности радиусом  $R$  (с постоянной по модулю скоростью  $v = \omega R$ , где  $\omega = 2\pi/T$  – угловая скорость обращения точки по окружности,  $T$  – период обращения)

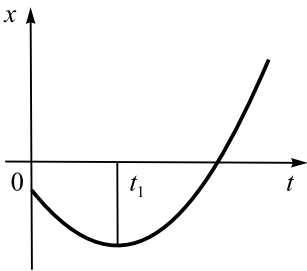
$$v = 2\pi R/T;$$

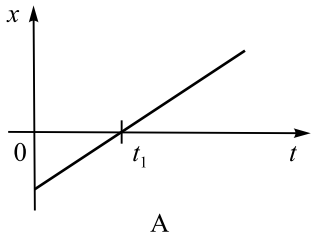
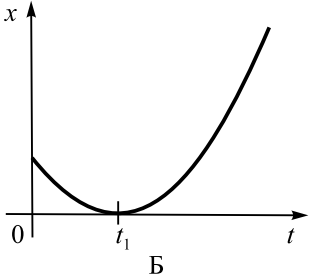
$$a_{\text{цс}} = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R,$$

$a_{\text{цс}}$  – центростремительное ускорение все время перпендикулярное скорости (нормальное ускорение) и направленное в центр окружности.

Умение применять и трактовать эти уравнения проверяется и в виде заданий, где следует проанализировать уравнения с числовыми коэффициентами, и в виде заданий, где следует истолковать график зависимости величин от времени, и в виде заданий на сопоставление графиков и аналитических зависимостей их описывающих, и в виде решения расчетных задач, на основе решения системы уравнений, сочетающих зависимость от времени координаты и скорости и т.д. Например:

График зависимости координаты  $x$  тела, движущегося вдоль оси  $Ox$ , от времени  $t$  представляет собой параболу (см. рисунок). Установите соответствие между графиками А и Б зависимости физических величин от времени  $t$  и названиями физических величин, характеризующих движение этого тела. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



| Графики                                                                                     |                                                                                              | Физические величины                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
|  <p>А</p> |  <p>Б</p> | 1) модуль ускорения тела               |
|                                                                                             |                                                                                              | 2) проекция скорости тела на ось $Ox$  |
|                                                                                             |                                                                                              | 3) проекция ускорения тела на ось $Ox$ |
|                                                                                             |                                                                                              | 4) модуль кинетической энергии тела    |

О т в е т:

|   |   |
|---|---|
| А | Б |
|   |   |

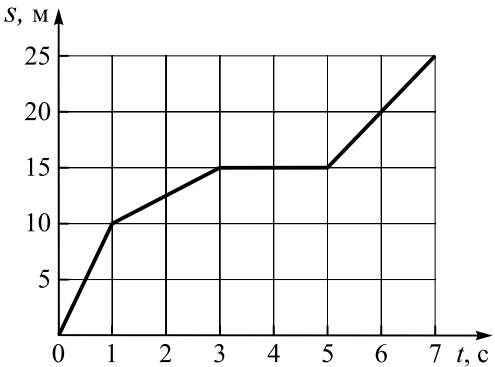
1.1. Два автомобиля движутся по прямой дороге в одном направлении: один со скоростью 40 км/ч, а другой – со скоростью 60 км/ч. Чему равна скорость второго автомобиля относительно первого?

О т в е т: \_\_\_\_\_ км/ч

1.2. Моторная лодка движется на противоположный берег по кратчайшему пути в системе отсчета, связанной с берегом. Скорость течения реки 6 км/ч, а скорость лодки относительно воды 10 км/ч. Чему равен модуль скорости лодки относительно берега?

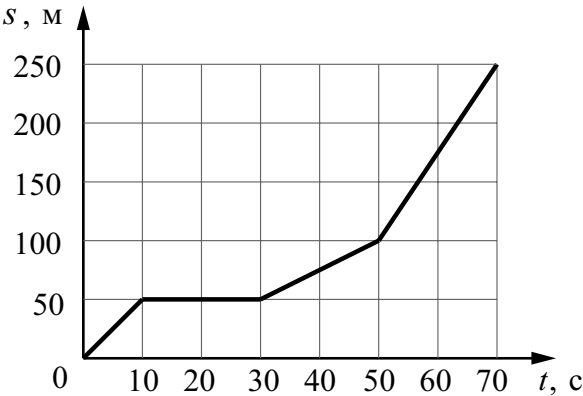
О т в е т: \_\_\_\_\_ км/ч

1.3. Определите по зависимости пройденного телом пути от времени скорость тела на участке 1–3 с.



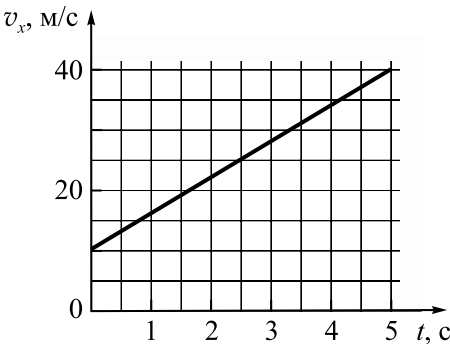
О т в е т: \_\_\_\_\_ м/с

1.4. На рисунке представлен график зависимости пути  $s$  велосипедиста от времени  $t$ . Определите скорость велосипедиста в интервале от 30 до 50 с.



О т в е т: \_\_\_\_\_ м/с

1.5. На графике приведена зависимость проекции скорости тела  $v_x$  от времени при прямолинейном движении. Определите ускорение тела.



О т в е т: \_\_\_\_\_ м/с<sup>2</sup>

1.6. Регистрируются проекции скоростей тел  $A$  и  $B$  в разные моменты времени и проекции их перемещений в те же моменты времени.

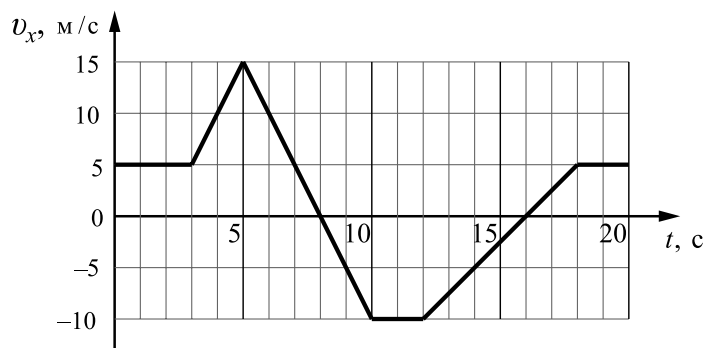
Установите соответствие между зависимостями от времени для двух регистрируемых величин для тела  $A$  и для тела  $B$ . К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

| Проекция скорости                       | Проекция перемещения                                                                            |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| А) $v_x = 3 - 2t$<br>Б) $v_x = -2 + 3t$ | 1) $s_x = 3t + 2t^2$<br>2) $s_x = -2t + 3t^2$<br>3) $s_x = 3t - t^2$<br>4) $s_x = -2t + 1,5t^2$ |

О т в е т:

|   |   |
|---|---|
| А | Б |
|   |   |

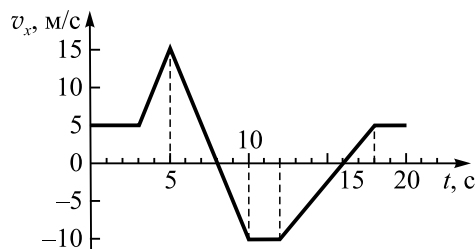
1.7. На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела  $v_x$  от времени.



Чему равен промежуток времени, в течение которого проекция ускорения на ось  $Ox$  составляла  $-5 \text{ м/с}^2$ ?

О т в е т: \_\_\_\_\_ с

1.8. На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела от времени.



Выберите **все** верные утверждения из приведенных. В ответе укажите номера утверждений.

- 1) За время наблюдения тело двигалось равномерно 6 с.
- 2) Максимальное по модулю ускорение у тела было в интервале от 12 до 18 с.
- 3) Модули ускорений на интервалах от 3 до 5 с и от 5 до 10 с одинаковы.
- 4) Путь, пройденный телом с 3 по 5 с, равен 20 м.
- 5) В интервале от 5 до 10 с тело двигалось против оси  $Ox$ .

О т в е т:

1.9. Находящемуся на горизонтальной поверхности стола бруску сообщили скорость  $5 \text{ м/с}$ . Под действием сил трения брусок движется с ускорением, равным по модулю  $1 \text{ м/с}^2$ . Чему равен путь, пройденный бруском за 6 с?

О т в е т: \_\_\_\_\_ м

1.10. Установите соответствие между зависимостью проекции скорости тела от времени (все величины выражены в СИ) и зависимостью координаты этого тела от времени (начальная координата тела равна 0).

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

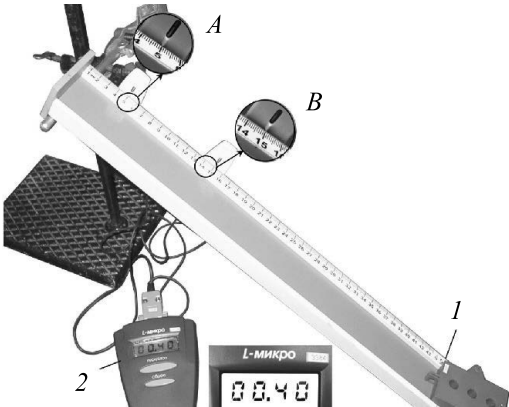
| Скорость                          | Координата                                                                   |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| А) $v_x = -2$<br>Б) $v_x = 5 - t$ | 1) $x = -2t$<br>2) $x = -2t^2$<br>3) $x = 5t - 0,5t^2$<br>4) $x = 5t + 2t^2$ |

О т в е т:

|   |   |
|---|---|
| А | Б |
|   |   |

1.11. На рисунке представлена фотография установки для исследования равноускоренного скольжения каретки (1) массой 0,1 кг по наклонной плоскости, установленной под углом 30° к горизонту.

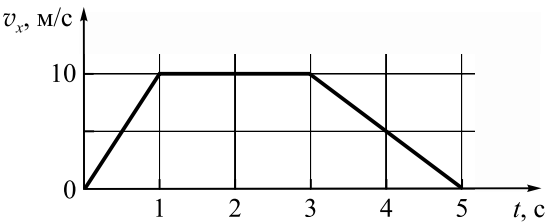
В момент начала движения каретки верхний датчик (А) включил секундомер (2), а при прохождении каретки мимо нижнего датчика (В) секундомер выключился. Числа на линейке обозначают длину в сантиметрах.



Чему равна скорость каретки через 0,1 с?

О т в е т: \_\_\_\_\_ м/с

1.12. (Б, КО). На рисунке представлен график зависимости проекции скорости  $v_x$  автомобиля от времени  $t$  при его прямолинейном движении. Найдите путь, пройденный автомобилем за 5 с.



О т в е т: \_\_\_\_\_ м

1.13. Ученик исследовал движение бруска по наклонной плоскости. Он определил, что брусок, начиная движение из состояния покоя, проходит 20 см с ускорением 2,6 м/с². Установите соответствие между зависимостями физических величин от времени и от пройденного пути, полученными при исследовании движения бруска (см. левый столбец), и уравнениями, выражающими эти зависимости (см. правый столбец).

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

| Зависимости физических величин                                                                                    | Уравнения, отражающие зависимости                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| А) Зависимость пути, пройденного бруском, от времени<br>Б) Зависимость модуля скорости бруска от пройденного пути | 1) $l = At^2$ , где $A = 1,3 \text{ м/с}^2$<br>2) $l = Bt^2$ , где $B = 2,6 \text{ м/с}^2$<br>3) $v = C\sqrt{l}$ , где $C = 2,3 \text{ } \sqrt{\text{м/с}}$<br>4) $v = Dl$ , где $D = 2,3 \text{ м/с}$ |

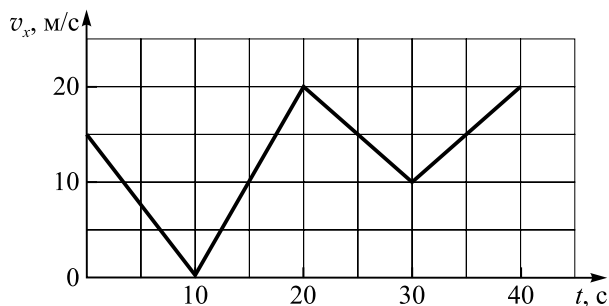
О т в е т:

|   |   |
|---|---|
| А | Б |
|   |   |

1.14. Мимо остановки по прямой улице с постоянной скоростью проезжает грузовик. Через 5 с от остановки вдогонку грузовику отъезжает мотоциклист, движущийся с ускорением  $3 \text{ м/с}^2$ , и догоняет грузовик на расстоянии 150 м от остановки. Чему равна скорость грузовика?

О т в е т: \_\_\_\_\_ м/с

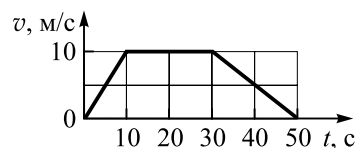
1.15. Автомобиль движется по прямой улице. На графике представлена зависимость проекции скорости автомобиля на ось  $Ox$  от времени.



Чему равен максимальный модуль ускорения тела на этом отрезке времени?

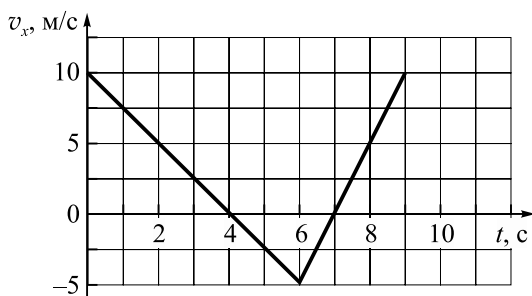
О т в е т: \_\_\_\_\_ м/с<sup>2</sup>

1.16. На рисунке представлен график зависимости модуля скорости  $v$  автомобиля, движущегося прямолинейно в одном направлении, от времени  $t$ . Определите по графику путь, пройденный автомобилем в интервале времени от 20 до 50 с.



О т в е т: \_\_\_\_\_ м

1.17. На рисунке показан график зависимости проекции скорости тела на ось  $Ox$  от времени при его прямолинейном движении.



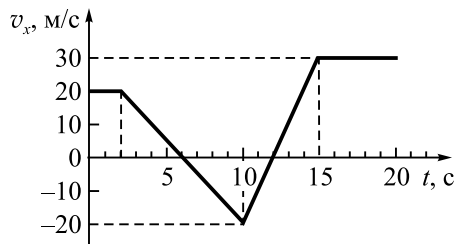
Сколько времени тело двигалось против оси  $Ox$ ?

О т в е т: \_\_\_\_\_ с

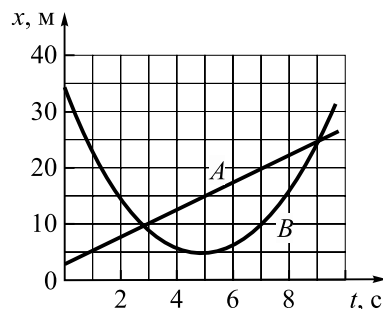
1.18. На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела  $v_x$  от времени при его прямолинейном движении по оси  $Ox$ .

Чему равен модуль перемещения тела за первые 10 с движения?

О т в е т: \_\_\_\_\_ м



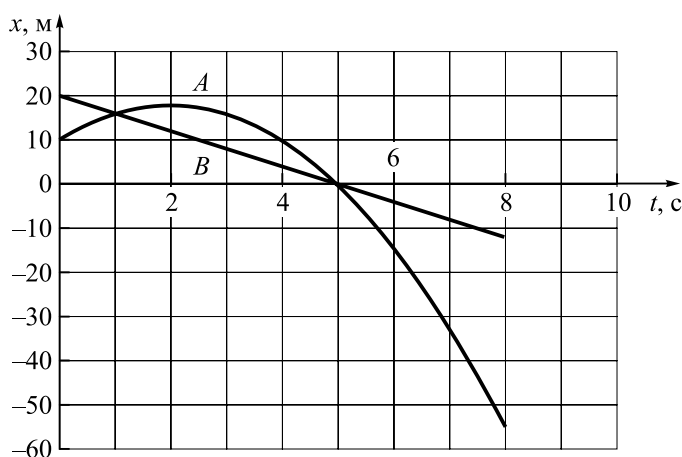
1.19. На рисунке приведены графики зависимостей координаты от времени для двух тел:  $A$  и  $B$ , движущихся по прямой, вдоль которой и направлена ось  $Ox$ . Выберите **все** верные утверждения о характере движения тел.



- 1) Тело  $A$  движется со скоростью 3 м/с.
- 2) Временной интервал между встречами тел  $A$  и  $B$  составляет 6 с.
- 3) Тело  $B$  в момент времени 5 с имело нулевую скорость.
- 4) Тела все время движутся в направлении оси  $Ox$ .
- 5) В момент времени 2 с тело  $B$  имело скорость, равную 15 м/с.

О т в е т:

1.20. На графике приведены зависимости координат двух тел, которые двигались по одной прямой, вдоль которой направлена ось  $Ox$ .



Выберите **все** верные утверждения, описывающие движение тел  $A$  и  $B$ .

- 1) Ни на одном отрезке времени скорости тел не совпадали.
- 2) Скорость тела  $B$  в момент времени  $t = 5$  с равнялась нулю.
- 3) Модуль начальной скорости тела  $A$  равен 6 м/с.
- 4) Модуль начальной скорости тела  $B$  равен 4 м/с.
- 5) Модуль ускорения тела  $A$  равен 4 м/с<sup>2</sup>.

О т в е т:

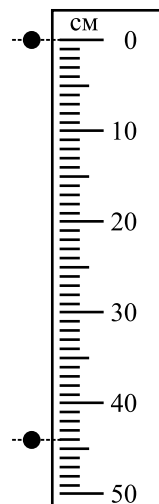
1.21. С аэростата, зависшего над Землёй, упал груз. Через 10 с он достиг поверхности Земли. На какой высоте находился аэростат? Сопротивление воздуха пренебрежимо мало.

О т в е т: \_\_\_\_\_ м

1.22. Специальный фотоаппарат зафиксировал два положения падающего в воздухе из состояния покоя шарика: в начале падения и через 0,31 с (см. рисунок).

Чему равно ускорение свободного падения по результатам такого опыта? Ответ округлить до десятых.

О т в е т: \_\_\_\_\_ м/с<sup>2</sup>



1.23. Шарик брошен вертикально вверх с начальной скоростью  $\vec{v}$  (см. рисунок). Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять ( $t_0$  – время полета). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



| Графики                              | Физические величины                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p style="text-align: center;">А</p> | <p>1) Координата шарика <math>y</math></p> <p>2) Проекция скорости шарика <math>v_y</math></p> <p>3) Проекция ускорения шарика <math>a_y</math></p> <p>4) Модуль силы тяжести, действующий на шарик</p> |
| <p style="text-align: center;">Б</p> |                                                                                                                                                                                                         |

О т в е т:

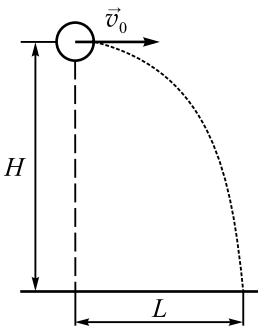
|   |   |
|---|---|
| А | Б |
|   |   |

1.24. Небольшой камень бросили с ровной горизонтальной поверхности земли под углом к горизонту. На какую максимальную высоту поднялся камень, если ровно через 1 с после броска его скорость была направлена горизонтально?

О т в е т: \_\_\_\_\_ м

1.25. Шарик, брошенный горизонтально с высоты  $H$  с начальной скоростью  $v_0$ , за время  $t$  пролетел в горизонтальном направлении расстояние  $L$  (см. рисунок).

Что произойдет с временем полета, дальностью полета и ускорением шарика, если на этой же установке уменьшить начальную скорость шарика в 2 раза? Сопротивлением воздуха пренебречь. Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:



- 1) увеличится;
- 2) уменьшится;
- 3) не изменится.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Время полёта | Дальность полёта | Ускорение |
|--------------|------------------|-----------|
|              |                  |           |

1.26. Как меняются модуль проекции скорости тела на горизонтальную ось и модуль угла между вектором скорости и горизонтальной осью для тела, брошенного под углом к горизонту, при движении тела от верхней точки полета до земли? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается;
- 2) уменьшается;
- 3) не изменяется.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Модуль проекции скорости тела на горизонтальную ось | Модуль угла между вектором скорости и горизонтальной осью |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
|                                                     |                                                           |

1.27. В таблице приведены результаты измерения координат  $x$  и  $y$  в зависимости от времени наблюдения за материальной точкой, вылетевшей из начала декартовой системы координат в момент времени  $t = 0$  под углом к горизонту. Точка движется в свободном полете.

|                    |      |      |      |      |      |      |      |     |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| Время, с           | 0,1  | 0,2  | 0,3  | 0,4  | 0,5  | 0,6  | 0,7  | 0,8 |
| Координата $x$ , м | 0,3  | 0,6  | 0,9  | 1,2  | 1,5  | 1,8  | 2,1  | 2,4 |
| Координата $y$ , м | 0,35 | 0,60 | 0,75 | 0,80 | 0,75 | 0,60 | 0,35 | 0   |

Выберите **все** верные утверждения, описывающие движение точки.

- 1) В момент времени  $t = 0,4$  с скорость тела равна 3 м/с.
- 2) Проекция скорости  $v_y$  в момент времени  $t = 0,2$  с равна 2 м/с.
- 3) Тело бросили со скоростью 6 м/с.
- 4) Тело бросили под углом  $45^\circ$ .
- 5) Тело поднялось на максимальную высоту, равную 1,2 м.

О т в е т:

1.28. Стальной шарик брошен вверх под углом к горизонту. Как меняются модуль ускорения шарика и горизонтальная составляющая его скорости на этапе приближения шарика к земле? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Модуль ускорения шарика | Горизонтальная составляющая скорости шарика |
|-------------------------|---------------------------------------------|
| <input type="text"/>    | <input type="text"/>                        |

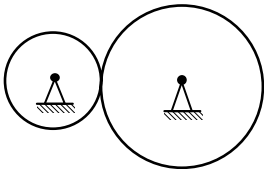
1.29. Точка движется по окружности радиусом  $R$ . Период обращения  $T$ . После уменьшения радиуса окружности в 4 раза центростремительное ускорение точки осталось прежним. Выберите **все** верные утверждения об изменениях величин, описывающих движение. В ответе укажите номера утверждений.

- 1) Частота обращения увеличилась в 4 раза.
- 2) Период обращения остался прежним.
- 3) Линейная скорость движения уменьшилась в 2 раза.
- 4) Частота обращения уменьшилась в 2 раза.
- 5) Период обращения уменьшился в 2 раза.

О т в е т:

1.30. Две шестерни, сцепленные друг с другом, вращаются вокруг неподвижных осей (см. рисунок). Большая шестерня радиусом 40 см делает 40 оборотов за 20 с. Сколько оборотов в секунду делает шестерня радиусом 20 см?

О т в е т: \_\_\_\_\_ об/с



## Тематический блок № 2

### «Динамика и статика»

#### Ученику на заметку

Кодификатор элементов содержания предполагает знание и умение использовать по данной теме следующие понятия и законы.

1. Инерциальные системы отсчета. Первый закон Ньютона. Принцип относительности Галилея.

2. Сила. Принцип суперпозиции сил

$$\vec{F}_{\text{равнодейств}} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots$$

3. Второй закон Ньютона для материальной точки в ИСО

$$\vec{F} = m\vec{a}; \quad \Delta\vec{p} = \vec{F}\Delta t \quad \text{при } F = \text{const.}$$

Масса тела. Плотность вещества

$$\rho = \frac{m}{V}.$$

4. Третий закон Ньютона для материальных точек

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}.$$

5. Закон всемирного тяготения

$$F = G \frac{m_1 m_2}{R^2}.$$

6. Сила тяжести на высоте  $h$  от поверхности планеты

$$mg = G \frac{Mm}{(R_0 + h)^2}.$$

Второй закон Ньютона для движения небесных тел и их искусственных спутников по круговым орбитам радиуса  $R$

$$G \frac{m_1 m_2}{R^2} = \frac{m_1 v^2}{R}.$$

Первая космическая скорость

$$v_{1k} = \sqrt{g_0 R_0} = \sqrt{\frac{GM}{R_0}}.$$

Вторая космическая скорость

$$v_{2k} = \sqrt{2} v_{1k} = \sqrt{\frac{2GM}{R_0}}.$$

7. Сила упругости. Закон Гука

$$F_x = -kx.$$

8. Сила трения. Закон сухого трения для сил трения покоя и скольжения

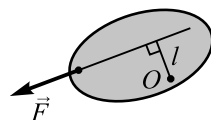
$$F_{\text{тр}} \leq \mu N$$

( $\mu$  – коэффициент трения).

## 9. Момент силы относительно оси вращения

$$M = \pm Fl$$

( $l$  – плечо силы  $F$  относительно оси, проходящей через точку  $O$  перпендикулярно рисунку, знак зависит от того, вращает сила тело по или против часовой стрелки).



Условия равновесия твердого тела в ИСО:

$$\begin{cases} M_1 + M_2 + \dots = 0; \\ \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots = 0. \end{cases}$$

## 10. Давление

$$p = \frac{F_{\perp}}{S}$$

( $F_{\perp}$  – перпендикулярная составляющая силы давления на поверхность). Закон Паскаля. Давление в жидкости, покоящейся в ИСО,

$$p = p_0 + \rho gh.$$

## 11. Закон Архимеда: если тело и жидкость покоятся в ИСО, то

$$F_{\text{Арх}} = \rho g V_{\text{вытесн}}.$$

Условие плавания тел.

Хотя в учебниках первый закон Ньютона формулируется как существование ИСО, для решения задач требуется понимать, какие системы отсчета можно считать инерциальными:

- для тел, движущихся по другим телам, находящимся на поверхности Земли, на небольшие расстояния, это СО, связанная с поверхностью Земли;
- для движения спутников по околоземной орбите – геоцентрическая СО;
- для описания движения тел в Солнечной системе – гелиоцентрическая СО.

Тогда первый закон Ньютона можно формулировать как движение тела по инерции ( $\vec{v} = \text{const}$ ) при равенстве нулю равнодействующей всех сил.

При применении второго закона Ньютона  $\vec{F} = m\vec{a}$  главное воспринимать  $\vec{F}$  не как единственную силу, а как векторную сумму всех сил, действующих на тело. После векторной записи закона следует выбрать оси так, чтобы ускорение было направлено вдоль одной из осей, и расписать векторное уравнение в проекциях на эти оси. Применение второго закона Ньютона для расчета ускорений (или сил при известном ускорении) не приведет к успеху, если не уметь рассчитывать силу тяжести (тяготения), упругости (по закону Гука) и силу трения (по закону сухого трения). В случае связанных грузов второй закон Ньютона записывается для каждого груза независимо, причем при расписывании закона в проекциях на оси для каждого груза можно выбрать свою систему координат.

Для описания равновесия протяженных твердых тел (в статике) важно прикладывать силу тяжести к центру тяжести (для симметричных тел в геометрическом центре) и записывать не только равенство суммы всех сил, действующих на тело, но и равенство суммы моментов тел, вращающих его по и против часовой стрелки относительно выбранной оси. Ось выбирается так, чтобы «нужные» силы вошли в уравнение с моментами сил, а «ненужные» имели плечи, равные нулю относительно выбранной оси. Это предполагает, что ученик легко находит плечи любой силы относительно любой оси, используя геометрические построения и вычисления.

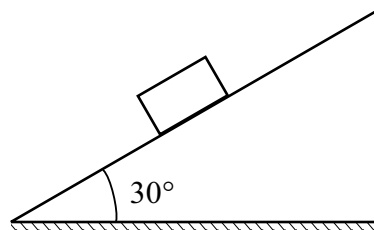
В законе Архимеда не следует забывать, что она определяется объемом части тела, погруженной в жидкость, прикладывается к центру подводной части. Условие плавания тел следует записывать как равенство архимедовой силы силе тяжести, и не забывать, что масса тела – это произведение плотности сплошного тела на его объем, а архимедова сила – это произведение ускорения свободного падения на плотность жидкости и на объем части тела, погруженной в жидкость.

2.1. Камень массой 0,2 кг брошен под углом  $60^\circ$  к горизонту. Чему равен модуль силы тяжести, действующей на камень в момент броска?

О т в е т: \_\_\_\_\_ Н

2.2. Сила трения, действующая на брусок, покоящийся на наклонной плоскости, равна 0,5 Н (см. рис.). Чему равна сила тяжести бруска, если наклонная плоскость образует с горизонтом угол  $30^\circ$ ?

О т в е т: \_\_\_\_\_ Н



2.3. Расстояние от спутника до центра Земли равно двум радиусам Земли, сила притяжения спутника 2000 Н. Какой станет сила притяжения спутника к Земле, если расстояние от него до центра Земли увеличится в 2 раза?

О т в е т: \_\_\_\_\_ Н

2.4. Космонавт на Земле притягивается к ней с силой 700 Н. С какой силой он будет притягиваться к Марсу, находясь на его поверхности, если считать, что радиус Марса в 2 раза, а масса – в 10 раз меньше, чем у Земли?

О т в е т: \_\_\_\_\_ Н

2.5. Масса Марса в 10 раз меньше массы Земли, а радиус его орбиты в 1,5 раза больше земного. Чему равно отношение сил притяжения Земли и Марса к Солнцу  $F_3 / F_M$ , если орбиты планет считать окружностями?

О т в е т: \_\_\_\_\_

2.6. Две упругие пружины растягиваются силами одной и той же величины  $F$ . Удлинение второй пружины  $\Delta l_2$  в 2 раза меньше, чем удлинение первой пружины  $\Delta l_1$ .

Чему равно отношение жесткости второй пружины к жесткости первой?

О т в е т: \_\_\_\_\_

2.7. При подвешивании к пружине груза массой 500 г, она растянулась от 2 до 6 см. Какова жёсткость этой пружины?

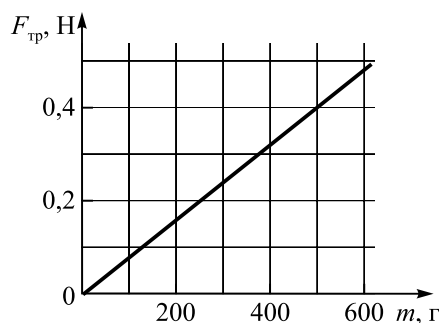
О т в е т: \_\_\_\_\_ Н/м

2.8. На горизонтальном полу стоит ящик массой 10 кг. Коэффициент трения между полом и ящиком равен 0,25. К ящику в горизонтальном направлении прикладывают силу 16 Н, но он остается в покое. Какова сила трения между ящиком и полом?

О т в е т: \_\_\_\_\_ Н

2.9. Зависимость силы трения скольжения  $F_{\text{тр}}$  бруска при движении по горизонтальной поверхности стола от массы  $m$  бруска вместе с грузом, поставленным на него, показана на графике (см. рисунок). Чему равен коэффициент трения по этим данным?

О т в е т: \_\_\_\_\_

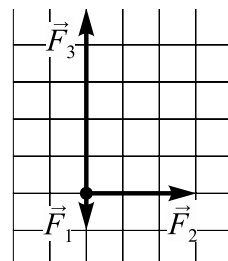


2.10. Деревянный брусок массой  $m$ , площади граней которого связаны соотношением  $S_1 : S_2 : S_3 = 1 : 2 : 3$ , скользит равномерно и прямолинейно по горизонтальной шероховатой опоре сначала касаясь стола гранью 3, а затем гранью 2. Чему равно отношение модулей горизонтальных сил  $F_3/F_2$ , под действием которых происходит такое движение? Качество поверхности всех граней одинаково.

О т в е т: \_\_\_\_\_

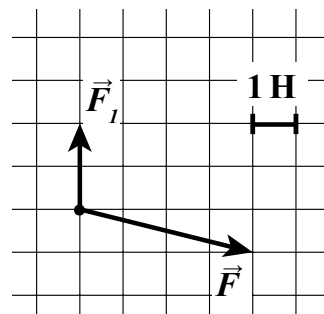
2.11. На тело, находящееся на горизонтальной плоскости, действуют 3 горизонтальные силы (см. рисунок). Каков модуль равнодействующей этих сил, если  $F_1 = 1 \text{ Н}$ ?

О т в е т: \_\_\_\_\_ Н



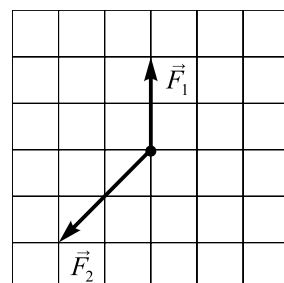
2.12. Чему равен модуль силы  $\vec{F}_2$ , если направление и модуль силы  $\vec{F}_1$  и равнодействующей двух сил  $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$  показаны на рисунке.

О т в е т: \_\_\_\_\_ Н



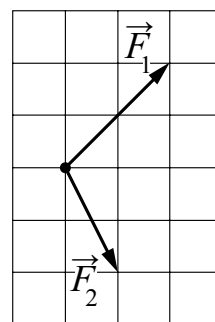
2.13. На тело массой 200 г действуют две силы (см. рисунок). Сила  $\vec{F}_1$  равна по модулю 0,8 Н. Чему равно ускорение тела?

О т в е т: \_\_\_\_\_  $\text{м/с}^2$

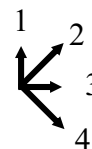


2.14. На тело в инерциальной системе отсчёта действуют две силы (см. рисунок а). Направление какой стрелки на рис.б соответствует направлению ускорения в этой системе отсчёта?

О т в е т: \_\_\_\_\_



а)



б)

2.15. На рисунке 1 представлены направления векторов скорости  $\vec{v}$  и ускорения  $\vec{a}$  мяча в инерциальной системе отсчета. Какое из представленных на рисунке 2 направлений имеет вектор равнодействующей всех сил  $\vec{F}$ , приложенных к мячу?

О т в е т: \_\_\_\_\_

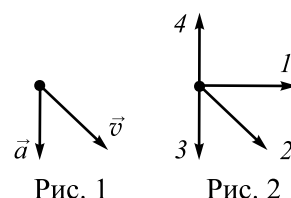


Рис. 1

Рис. 2

2.16. В инерциальной системе отсчёта сила 10 Н сообщает телу массой  $m$  ускорение  $2 \text{ м/с}^2$ . Чему равно ускорение тела массой  $2m$ , если на него будет действовать сила 5 Н?

О т в е т: \_\_\_\_\_  $\text{м/с}^2$

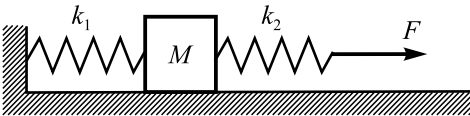
2.17. Груз массой 4 кг подвешен к укрепленному в лифте динамометру. Лифт начинает спускаться с верхнего этажа с постоянным ускорением. Показания динамометра при этом равны 36 Н. Чему равно ускорение лифта?

О т в е т: \_\_\_\_\_  $\text{м/с}^2$

2.18. Лифт из состояния покоя движется равноускоренно вниз и проходит за 2 с расстояние, равное 5 м. Во время такого движения кабины лифта груз, подвешенный на пружине жёсткостью 50 Н/м к потолку лифта, растягивает пружину на 3 см. Какова масса груза?

О т в е т: \_\_\_\_\_ кг

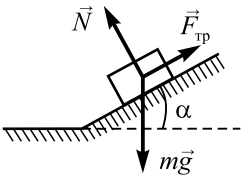
2.19. К системе из кубика массой 1 кг и двух пружин приложена постоянная горизонтальная сила величиной  $F = 9 \text{ Н}$  (см. рисунок). Система покоится. Между кубиком и опорой трения нет. Левый край первой пружины прикреплен к стенке. Жёсткость первой пружины  $k_1 = 300 \text{ Н/м}$ . Жёсткость второй пружины  $k_2 = 600 \text{ Н/м}$ . Чему равно удлинение второй пружины?



О т в е т: \_\_\_\_\_ см

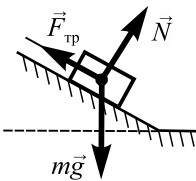
2.20. Брусok массой 866 г покоится на наклонной плоскости с углом наклона  $30^\circ$ . Коэффициент трения между бруском и плоскостью равен 0,6. Чему равна сила трения бруска о плоскость?

О т в е т: \_\_\_\_\_ Н



2.21. Брусok массой 100 г лежит на шероховатой опоре, наклонённой к горизонту под углом  $30^\circ$  (см. рисунок). На брусok действуют 3 силы: сила тяжести, сила упругости опоры и сила трения. Коэффициент трения между бруском и опорой равен 0,6. Чему равен модуль равнодействующей сил  $\vec{F}_{\text{тр}}$  и  $\vec{N}$ , если брусok покоится?

О т в е т: \_\_\_\_\_ Н



2.22. Грузовик массой  $m$ , движущийся по прямолинейному горизонтальному участку дороги со скоростью  $v$ , совершает торможение до полной остановки. При торможении колёса грузовика не вращаются. Коэффициент трения между колёсами и дорогой равен  $\mu$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

| Физические величины                                                           | Формулы                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| А) Модуль силы трения, действующей на грузовик<br>Б) Тормозной путь грузовика | 1) $\mu mg$ ;   2) $\mu g$ ;   3) $\frac{v}{\mu g}$ 4) $\frac{v^2}{2\mu g}$ |

О т в е т:

|   |   |
|---|---|
| А | Б |
|   |   |

2.23. Один конец доски, на которой находится брусок массой 2 кг, постепенно поднимают. В таблице представлена зависимость модуля силы трения от угла наклона плоскости.

|                           |   |     |     |      |      |      |      |     |      |      |      |      |
|---------------------------|---|-----|-----|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|
| $\alpha, ^\circ$          | 0 | 3   | 6   | 12   | 18   | 24   | 30   | 36  | 40   | 45   | 50   | 60   |
| $F_{\text{тр}}, \text{Н}$ | 0 | 1,0 | 2,1 | 4,16 | 6,18 | 8,13 | 7,71 | 7,2 | 6,82 | 6,29 | 5,72 | 4,45 |

Какие выводы, сделанные на основании данных таблицы, верны?

- 1) Коэффициент трения скольжения примерно равен 0,45.
- 2) При увеличении угла наклона от 0 до 30 градусов сила трения все время растет.
- 3) При угле наклона плоскости 18 градусов брусок покоится.
- 4) При угле наклона плоскости 3 градуса, сила нормальной реакции больше 20 Н.
- 5) Сила трения скольжения не зависит от угла наклона плоскости.

О т в е т:

2.24. Проводится два опыта. В первом – брусок перемещают равномерно и прямолинейно вверх по наклонной плоскости при помощи нити, натянутой вдоль наклонной плоскости. Во втором – к бруску крепят сверху груз, а прочие условия не меняют.

Как изменятся при переходе от первого опыта ко второму натяжение нити и коэффициент трения между бруском и плоскостью?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

- 1) увеличится;
- 2) уменьшится;
- 3) не изменится.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

| Сила натяжения нити  | Коэффициент трения   |
|----------------------|----------------------|
| <input type="text"/> | <input type="text"/> |

2.25. На наклонной плоскости находится брусок массой 4 кг, для которого составили таблицу зависимости модуля силы трения  $F_{\text{тр}}$  от угла наклона плоскости к горизонту  $\alpha$  (с погрешностью не более 0,01 Н). Основываясь на данных, приведённых в таблице, и используя закон сухого трения, выберите **все** верные утверждения.

|                           |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $\alpha, \text{рад}$      | 0 | 0,05 | 0,1  | 0,2  | 0,3  | 0,4  | 0,5  | 0,6  | 0,7  | 0,8  | 0,9  | 1,0  |
| $F_{\text{тр}}, \text{Н}$ | 0 | 2,00 | 4,00 | 7,72 | 7,52 | 7,26 | 6,92 | 6,50 | 6,02 | 5,50 | 4,90 | 4,26 |

- 1) Коэффициент трения скольжения равен 0,5.
- 2) При увеличении угла наклона от 0 до 0,1 рад сила трения покоя увеличивается.
- 3) Брусок покоится, когда угол наклона плоскости составляет 0,6 рад.
- 4) В случае, когда угол наклона плоскости составляет 0,1 рад, сила нормальной реакции – больше 20 Н.
- 5) Сила трения скольжения не зависит от угла наклона плоскости.

О т в е т:

2.26. Мальчик столкнул санки с вершины горки. Сразу после толчка санки имели скорость 5 м/с, а у подножия горки она равнялась 15 м/с. Трение санок о снег пренебрежимо мало. Какова высота горки?

О т в е т: \_\_\_\_\_ м

2.27. Проводится два опыта. В первом – брусок скользит с наклонной плоскости, во втором – брусок движется вверх по наклонной плоскости после толчка у основания той же плоскости.

Как изменятся при переходе от первого опыта ко второму модуль силы трения бруска о плоскость и модуль ускорения бруска?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

- 1) увеличится;
- 2) уменьшится;
- 3) не изменится.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

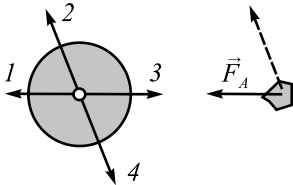
| Модуль силы трения | Модуль ускорения |
|--------------------|------------------|
|                    |                  |

2.28. Мальчик медленно поднимает гирию массой 10 кг, действуя на неё с силой 100 Н. С какой силой гирия действует на руку мальчика?

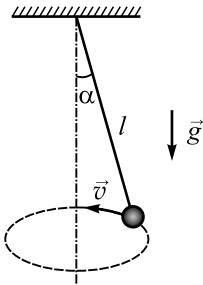
О т в е т: \_\_\_\_\_ Н

2.29. Мимо Земли летит астероид в направлении, показанном на рисунке штриховой стрелкой. Вектор  $\vec{F}_A$  показывает силу притяжения астероида Землей. Укажите, вдоль какой стрелки направлена сила, действующая на Землю со стороны астероида.

О т в е т: \_\_\_\_\_



2.30. Шарик массой  $m$ , подвешенный на нити, вращается в горизонтальной плоскости равномерно (см. рисунок). Нить длиной  $l$  отклонена от вертикали на угол  $\alpha$ . Формулы А и Б позволяют рассчитать значения физических величин, характеризующих движение шарика.



Установите соответствие между формулами и физическими величинами, значение которых можно рассчитать по этим формулам. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

| Формулы                                                                                 | Физические величины                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| А) $mg \operatorname{tg} \alpha$<br>Б) $\sqrt{gl \sin \alpha \operatorname{tg} \alpha}$ | 1) Сила натяжения нити<br>2) Равнодействующая всех сил, действующих на шарик<br>3) Период обращения шарика<br>4) Линейная скорость движения |

О т в е т:

|   |   |
|---|---|
| А | Б |
|   |   |

2.31. Искусственный спутник обращается вокруг планеты по круговой орбите радиусом 4000 км со скоростью 3,4 км/с. Ускорение свободного падения на поверхности планеты равно 4 м/с<sup>2</sup>. Чему равен радиус планеты?

О т в е т: \_\_\_\_\_ км

2.32. В результате перехода с одной круговой орбиты на другую центростремительное ускорение спутника Земли уменьшается. Как изменяются в результате этого перехода радиус орбиты спутника, скорость его движения по орбите и период обращения вокруг Земли?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась;
- 2) уменьшилась;
- 3) не изменилась.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Радиус орбиты | Скорость движения по орбите | Период обращения вокруг Земли |
|---------------|-----------------------------|-------------------------------|
|               |                             |                               |

2.33. Космический аппарат для научных наблюдений Марса был переведен с одной круговой орбиты около планеты на другую. В результате перехода скорость движения аппарата уменьшилась. Как изменились в результате этого перехода центростремительное ускорение аппарата и период его обращения вокруг планеты?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась;
- 2) уменьшилась;
- 3) не изменилась.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Центростремительное ускорение | Период обращения вокруг Марса |
|-------------------------------|-------------------------------|
|                               |                               |

2.34. Прыгун массой  $m$  в высоту после толчка движется вверх, над перекладиной, затем вниз. Поставьте в соответствие соотношения веса  $P$  и силы тяжести  $F_{тяж}$  спортсмена на разных стадиях прыжка.

| Стадия прыжка                                          | Соотношение между силой тяжести и весом спортсмена                                                        |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| А) Толчок<br>Б) Полет из верхней точки траектории вниз | 1) $P = F_{тяж} = mg$<br>2) $P = 0, F_{тяж} = mg$<br>3) $P = 0, F_{тяж} = 0$<br>4) $P > mg, F_{тяж} = mg$ |

О т в е т:

|   |   |
|---|---|
| А | Б |
|   |   |

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                             |   |
|-----------------------------------------------------------------------------|---|
| Введение.....                                                               | 3 |
| СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ<br>И ТРЕНИРОВОЧНЫХ ВАРИАНТОВ ..... | 8 |

### Часть I

|                                                                                                                                                                                       |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ТЕМАТИЧЕСКИЕ ПОДБОРКИ ЗАДАНИЙ, ТРЕБУЮЩИХ КРАТКОГО ОТВЕТА<br>ЗАДАНИЯ НА ПОЛУЧЕНИЕ ЧИСЛЕННОГО ОТВЕТА, СОПОСТАВЛЕНИЕ<br>И МНОЖЕСТВЕННЫЙ ВЫБОР (задания № 1–23 в вариантах КИМ ЕГЭ) ..... | 10  |
| Тематический блок № 1 «Кинематика» .....                                                                                                                                              | 10  |
| Тематический блок № 2 «Динамика и статика» .....                                                                                                                                      | 19  |
| Тематический блок № 3 «Законы сохранения в механике» .....                                                                                                                            | 31  |
| Тематический блок № 4 «Механические колебания и волны» .....                                                                                                                          | 40  |
| Тематический блок № 5 «Молекулярная физика и газовые законы» .....                                                                                                                    | 49  |
| Тематический блок № 6 «Термодинамика идеального газа» .....                                                                                                                           | 56  |
| Тематический блок № 7 «Фазовые переходы» .....                                                                                                                                        | 68  |
| Тематический блок № 8 «Электростатика» .....                                                                                                                                          | 75  |
| Тематический блок № 9 «Постоянный ток» .....                                                                                                                                          | 85  |
| Тематический блок № 10 «Магнитное поле» .....                                                                                                                                         | 97  |
| Тематический блок № 11 «Электромагнитные колебания и волны» .....                                                                                                                     | 109 |
| Тематический блок № 12 «Геометрическая оптика» .....                                                                                                                                  | 117 |
| Тематический блок № 13 «Волновая оптика» .....                                                                                                                                        | 125 |
| Тематический блок № 14 «Специальная теория относительности» .....                                                                                                                     | 131 |
| Тематический блок № 15 «Квантовая физика. Атом» .....                                                                                                                                 | 134 |
| Тематический блок № 16 «Ядерная физика» .....                                                                                                                                         | 145 |
| Тематический блок № 17 «Методы научного познания» .....                                                                                                                               | 155 |

### Часть II

|                                                                                                                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ТРЕНИРОВОЧНЫЕ ЗАДАНИЯ, ТРЕБУЮЩИЕ РАЗВЕРНУТОГО ОТВЕТА<br>ЗАДАНИЯ, ПРОВЕРЯЮЩИЕ УМЕНИЕ ДАТЬ РАЗВЕРНУТЫЙ ОТВЕТ<br>НА КАЧЕСТВЕННЫЙ ВОПРОС (задание № 24 в КИМ ЕГЭ) ..... | 173 |
| ЗАДАНИЯ, ПРОВЕРЯЮЩИЕ УМЕНИЕ ДАТЬ РАЗВЕРНУТОЕ РЕШЕНИЕ<br>РАСЧЕТНОЙ ЗАДАЧИ (задания № 25–30 в КИМ ЕГЭ) .....                                                          | 181 |

### Часть III

|                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ТРЕНИРОВОЧНЫЕ ВАРИАНТЫ В ФОРМАТЕ ЕГЭ 2024<br>ИНСТРУКЦИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ ..... | 198 |
| ВАРИАНТ 1 .....                                                                    | 201 |
| ВАРИАНТ 2 .....                                                                    | 208 |
| ВАРИАНТ 3 .....                                                                    | 214 |
| ВАРИАНТ 4 .....                                                                    | 222 |
| ВАРИАНТ 5 .....                                                                    | 228 |

### Часть IV

#### ОТВЕТЫ

|                                                                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Ответы к тренировочным заданиям № 1–23 в КИМ ЕГЭ .....                                                                         | 235 |
| Ответы и указания к заданиям, требующим развернутого ответа<br>на качественный вопрос (задание № 24 в КИМ ЕГЭ) .....           | 239 |
| Ответы и указания к тренировочным заданиям, требующим<br>развернутого ответа расчетных задач (задания № 25–30 в КИМ ЕГЭ) ..... | 247 |
| Ответы и указания к заданиям тренировочных вариантов в формате ЕГЭ 2024 года .....                                             | 271 |