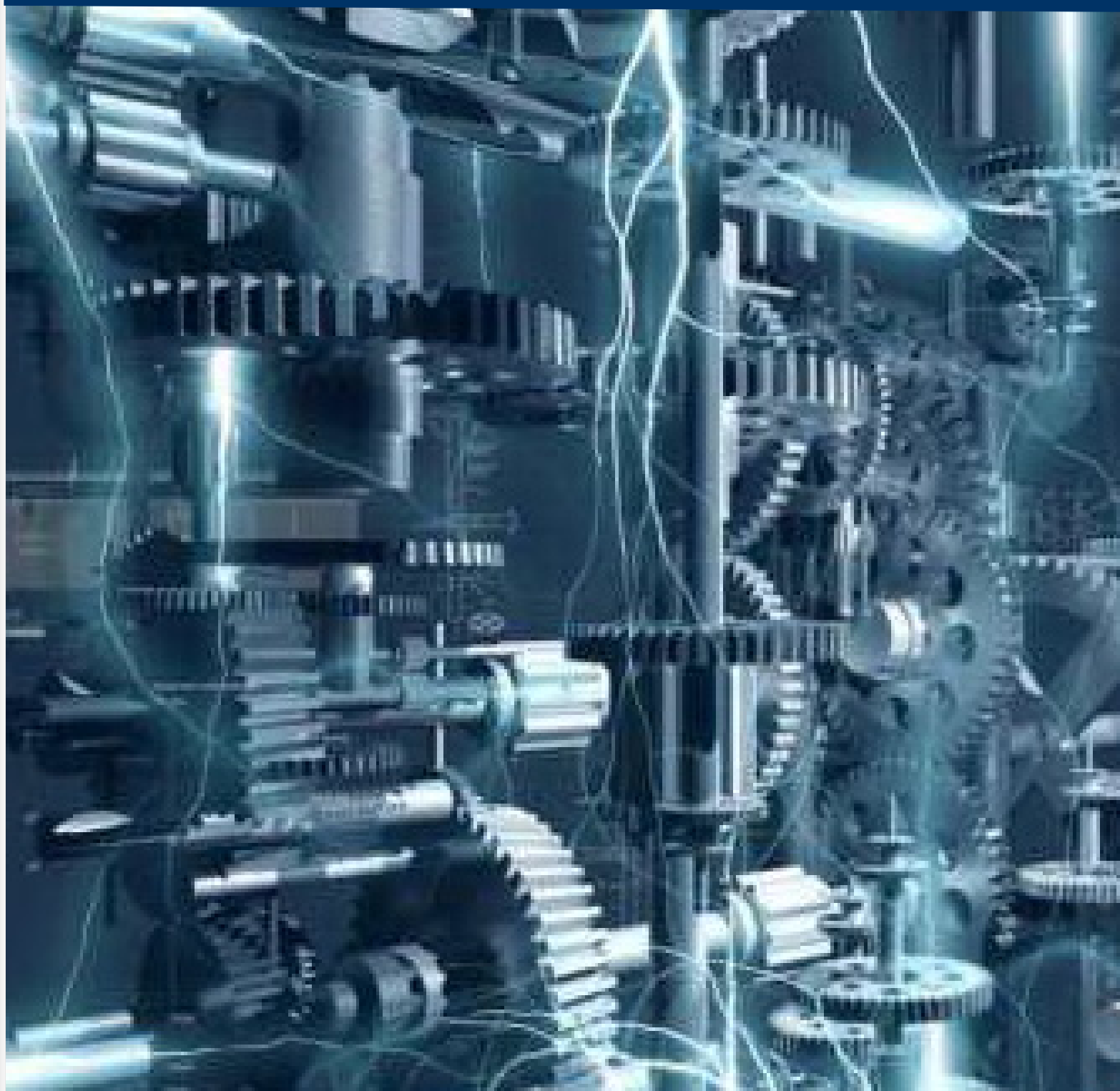


Виртуальный курс физики

МЕХАНИКА

Динамика. Задачи для самостоятельного
решения



МЕХАНИКА

Динамика

Рекомендации по решению задач

При решении задач, связанных с динамикой поступательного движения тел, необходимо придерживаться следующих рекомендаций:

- а) в соответствии с условием задачи выполнить схематический чертеж, указать все силы, действующие на тело в данной задаче;
- б) записать уравнения движения тел (второй закон Ньютона) в векторном виде;
- в) выбрать направления осей координат и записать уравнения движения в проекциях на эти оси (одну ось целесообразно направить вдоль вектора ускорения);
- г) решить полученную систему уравнений в общем виде, т. е. получив ответ в символьном выражении;
- д) проверить правильность размерности полученного ответа, произвести численные расчеты.

Основные законы и соотношения

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

– плотность тела массой m и объемом V .

$$\mathbf{p} = m\mathbf{v}$$

– импульс тела массой m , движущегося со скоростью \mathbf{v} .

$$\mathbf{a} = \frac{\mathbf{F}}{m}$$

– ускорение, приобретаемое телом массой m под действием силы \mathbf{F} .

$$F_{\text{тяг}} = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

– сила притяжения тел массой m_1 и m_2 ; r – расстояние между телами; G – гравитационная постоянная.

$$P = mg \quad (\mathbf{v} = \text{const})$$

– вес тела; a – ускорение, с которым тело вместе с опорой движется по вертикали.

$$P = m(g + a) \quad (\mathbf{a} \uparrow),$$

$$P = m(g - a) \quad (\mathbf{a} \downarrow)$$

$$v = \sqrt{G \frac{M_3}{R_3 + h}}$$

– скорость искусственного спутника Земли на высоте h ; M_3 , R_3 – масса и радиус Земли.

$F_{\text{тр}} = \mu N$	– сила трения скольжения, прямо пропорциональная силе реакции опоры N ; μ – коэффициент трения.
$F_{\text{упр}} = -k\Delta l$	– сила упругости, пропорциональная вектору удлинения Δl ; k – коэффициент упругости.
$\sigma_n = E\varepsilon$	– нормальное напряжение, возникающее в теле при относительной деформации ε ; E – модуль Юнга.

Задачи для самостоятельного решения

1. Поезд массой 500 т движется равнозамедленно, при этом скорость его в течение 1 мин уменьшается от 40 до 28 км/ч. Найти силу торможения.

Ответ: $2,8 \cdot 10^4$ Н.

2. Санки можно удержать на ледяной горке с уклоном 0,2 силой, не меньшей 49 Н. Для того чтобы тянуть санки в горку равномерно, силу тяги следует увеличить на 9,8 Н. С каким ускорением будут скользить санки, если движение их предоставить самим себе?

Ответ: $1,8 \text{ м/с}^2$.

3. К потолку трамвайного вагона подвешен на нити шар. Трамвай тормозит, и его скорость равномерно изменяется за 3 с от 18 до 6 км/ч. На какой угол отклонится при этом нить с шаром?

Ответ: $6^\circ 30'$.

4. На нити подвешена гиря. Если поднимать эту гирю с ускорением 2 м/с^2 , то натяжение нити будет вдвое меньше того натяжения, при котором она разрывается. С каким ускорением следует поднимать гирю, чтобы нить разорвалась?

Ответ: $13,8 \text{ м/с}^2$.

5. На автомобиль массой 1 т во время движения действует сила трения, равная 0,1 его силы тяжести. Чему должна быть равна сила тяги, развиваемая двигателем автомобиля, чтобы он перемещался: а) равномерно; б) с ускорением 2 м/с^2 ?

Ответ: 980 Н и 3 кН.

6. Через сколько секунд тело, брошенное вертикально вверх со скоростью 44,8 м/с, падает на Землю, если сила сопротивления воздуха не зависит от скорости и составляет в среднем 1/7 силы тяжести?

Ответ: 8,6 с.

7. Тело скользит по наклонной плоскости, составляющей с горизонтом угол 45° . Пройдя расстояние 36,4 см, оно приобретает скорость 2 м/с. Чему равен коэффициент трения тела о плоскость?

Ответ: 0,2.

8. На тележке, катящейся без трения с наклонной плоскости, установлен стержень с подвешенным на нити шариком. Найти силу натяжения нити, если шарик имеет массу 2 г. Плоскость составляет с горизонтом угол 60° .

Ответ: 0,01 Н.

9. За какое время тело соскользнет с верхней точки наклонной плоскости высотой 2 м и углом наклона 45° , если предельный угол, при котором оно может находиться на указанной плоскости в покое, равен 30° ?

Ответ: 1,4 с.

10. Стальная проволока удерживает груз с силой до 4400 Н. С каким наибольшим ускорением можно поднимать груз при 3900 Н, подвешенный на этой проволоке, чтобы она при этом не разорвалась?

Ответ: $1,25 \text{ м/с}^2$.

11. Автомобиль массой 4 т движется в гору с ускорением $0,2 \text{ м/с}^2$. Найти силу тяги, если уклон равен 0,02 и коэффициент сопротивления составляет 0,04.

Ответ: 3,2 кН.

12. Какой путь пройдут санки по горизонтальной поверхности после спуска с горы высотой 15 м, имеющей уклон 30° ? Коэффициент трения равен 0,2.

Ответ: 49 м.

13. С какой силой давит автомобиль на выпуклый мост в точке А, если угол α равен 30° , масса автомобиля 5 т, его скорость в этой точке составляет 15 м/с, а радиус кривизны моста 50 м?

Ответ: 20,1 кН.

14. Летчик давит на сиденье кресла самолета в нижней точке петли Нестерова с силой 7100 Н. Масса летчика 80 кг, радиус петли 250 м. Определить скорость самолета.

Ответ: 140 м/с.

15. Ведерко с водой вращают в вертикальной плоскости на веревке длиной 0,5 м. С какой наименьшей скоростью требуется его вращать, чтобы при прохождении через верхнюю точку удержать воду в ведерке?

Ответ: $2,2 \text{ м/с}$.

16. Описывая окружность радиусом 30 м, велосипедист наклоняется в сторону поворота на угол 72° к горизонту. С какой скоростью двигался велосипедист? Каков коэффициент трения покрышек колес о дорогу?

Ответ: 10 м/с, 0,3.

17. Мальчик массой 50 кг качается на качелях с длиной подвеса 4 м. С какой силой он давит на сиденье при прохождении среднего положения со скоростью 6 м/с?

Ответ: 950 Н.

18. Шар массой m , подвешенный на нерастяжимой нити, вращается в вертикальной плоскости. В верхней точке траектории натяжение нити равно нулю. Найти натяжение нити в нижней точке траектории.

Ответ: $6 mg$.

19. Два тела массой 5 и 2 кг связаны нерастяжимой нитью. К первому телу под углом 60° к горизонту приложена сила 20 Н. Коэффициент трения между поверхностями тел и плоскостью, вдоль которой они движутся, равен 0,1. С каким ускорением движутся тела и какова сила натяжения нити, которая их связывает?

Ответ: $0,7 \text{ м/с}^2$, 3,36 Н.

20. Брусок массой 2 кг скользит по горизонтальной поверхности под действием груза массой 0,5 кг, прикрепленного к концу нерастяжимой нити, перекинутой через неподвижный блок. Коэффициент трения бруска о поверхность 0,1. Найти ускорение движения тела и силу натяжения нити. Массами блока и нити, а также трением в блоке следует пренебречь.

Ответ: $1,2 \text{ м/с}^2$, 4,3 Н.

21. Груз массой 5 кг, связанный нерастяжимой нитью, перекинутой через неподвижный блок, с другим грузом массой 2 кг, движется вниз по наклонной плоскости. Найти силу натяжения нити и ускорение грузов, если коэффициент трения между первым грузом и плоскостью 0,1. Угол наклона плоскости к горизонту 36° . Массами нитей блока, а также трением в блоке следует пренебречь.

Ответ: 21,3 Н, $0,84 \text{ м/с}^2$.

22. На нити, перекинутой через неподвижный блок, подвешены грузы массами 0,3 и 0,2 кг. С каким ускорением движутся грузы? Какова сила натяжения нити во время движения?

Ответ: 2 м/с^2 , 2,4 Н.

23. Два бруска массой 100 г каждый, связанные невесомой нитью, соскальзывают по плоскости с углом наклона 30° . Коэффициент трения нижнего бруска о плоскость равен 0,2, верхнего – 0,5. Определить силу натяжения нити.

Ответ: 0,13 Н.

24. Каков вес груза, подвешенного на пружинном динамометре в лифте, если лифт равнозамедленно опускается с ускорением 2 м/с^2 ? Масса тела равна 1 кг .

Ответ: $11,8 \text{ Н}$.

25. Груз массой 150 кг лежит на дне кабины спускающегося лифта и давит на него с силой 1800 Н . Определить величину и направление ускорения лифта.

Ответ: $2,2 \text{ м/с}^2$, вверх.

26. На экваторе некоторой планеты тела весят вдвое меньше, чем на полюсе. Определить среднюю плотность вещества планеты, зная, что период ее обращения вокруг собственной оси равен $2 \text{ ч } 27,5 \text{ мин}$.

Ответ: $3,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

27. С какой скоростью должен двигаться автомобиль по мосту с радиусом кривизны 40 м , чтобы в верхней части моста оказаться в состоянии невесомости?

Ответ: 20 м/с .

28. Ускорение свободного падения на Луне равно $1,7 \text{ м/с}^2$. Найти первую космическую скорость для Луны, если ее радиус равен $1,7 \cdot 10^6 \text{ м}$.

Ответ: $1,7 \text{ км/с}$.

29. Найти период обращения спутника Земли, если он движется по круговой орбите на высоте, равной радиусу Земли.

Ответ: 4 ч .

30. На какой высоте должен находиться искусственный спутник Земли, чтобы его период обращения был равен 24 ч ?

Ответ: 32000 км .

31. Два тела с массами, равными 1 и 2 кг , движутся равномерно во взаимно перпендикулярных направлениях со скоростями 3 и 2 м/с соответственно. Определить импульс данной системы тел.

Ответ: $5 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$.

32. Автомобиль, масса которого 1 т , отклонился от направления первоначального движения на угол 60° . Найти изменение импульса автомобиля, учитывая, что скорость его 20 м/с по абсолютной величине не изменилась.

Ответ: $2 \cdot 10^4 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$.