

## Тема 1. Кинематика

1. Движение материальной точки задано уравнением  $x=At+Bt^2$ , где  $A = 4$  м/с,  $B= -0,05$  м/с<sup>2</sup>. Определить координату в момент времени, в который скорость точки равна нулю. **Ответ: 80 м.**
2. Движение точки по кривой задано уравнением  $\vec{r} = \vec{i}A_1t^3 + \vec{j}A_2t$ , где  $A_1 = 1$  м/с<sup>3</sup>,  $A_2 = 16$  м/с. В какой момент времени скорость равна 20 м/с? **Ответ: 2 с.**
3. Линейная скорость  $v_1$  точек на окружности вращающегося диска равна 3 м/с. Точки, расположенные на  $\Delta R=10$  см ближе к оси, имеют линейную скорость  $v_2=2$  м/с. Определить угловую скорость вращения диска. **Ответ: 10 рад/с.**
4. Диск вращается согласно уравнению  $\varphi=A+Bt+Ct^3$ , где  $A = 1$  рад,  $B = -2$  рад/с,  $C = 0,5$  рад/с<sup>3</sup>. Найти угловое ускорение  $\varepsilon$  в момент времени  $t = 2$  с. **Ответ: 6 рад/с<sup>2</sup>.**
5. Пуля пущена с начальной скоростью  $v_0 = 200$  м/с под углом  $\alpha= 60^\circ$  к горизонту. Определить радиус  $R$  кривизны траектории пули в ее наивысшей точке. Соппротивлением воздуха пренебречь. **Ответ: 1000 м.**
6. Движение материальной точки задано уравнением  $x=At+Bt^2$ , где  $A = 4$  м/с,  $B= -0,05$  м/с<sup>2</sup>. Определить ускорение в момент времени, в который скорость точки равна нулю. **Ответ: -0,10 м/с<sup>2</sup>.**
7. Две материальные точки движутся согласно уравнениям:  $x_1=A_1t+B_1t^2+C_1t^3$ ,  $x_2=A_2t+B_2t^2+C_2t^3$ , где  $A_1=-1$  м/с,  $B_1=3$  м/с<sup>2</sup>,  $C_1= 2,5$  м/с<sup>3</sup>,  $A_2=1$  м/с,  $B_2= 9$  м/с<sup>2</sup>,  $C_2=2$  м/с<sup>3</sup>. В какой момент времени ускорения этих точек будут одинаковы? **Ответ: 4 с.**
8. Диск вращается с угловым ускорением  $\varepsilon= -2$  рад/с<sup>2</sup>. Сколько оборотов  $N$  сделает диск при изменении частоты вращения от  $n_1 = 240$  мин<sup>-1</sup> до  $n_2 = 120$  мин<sup>-1</sup>? **Ответ: 18,84.**
9. Диск вращается согласно уравнению  $\varphi=A+Bt+Ct^3$ , где  $A = 1$  рад,  $B = 12$  рад/с,  $C = -1$  рад/с<sup>3</sup>. В какой момент времени угловая скорость  $\omega$  диска будет равна нулю? **Ответ: 2 с.**
10. Тело брошено под углом  $\alpha=60^\circ$  к горизонту со скоростью  $v_0 = 20$  м/с. Найти радиус  $R$  кривизны траектории в начальный момент движения. Соппротивлением воздуха пренебречь. **Ответ: 80 м.**

## Тема 2. Динамика материальной точки

1. Веревка разрывается при подвешивании к ней тела массой 36 кг. Тело какой наибольшей массы можно поднимать на этой веревке с ускорением  $2 \text{ м/с}^2$ ?

**Ответ: 30 кг.**

2. Тело соскальзывает по гладкой поверхности, составляющей угол  $30^\circ$  с горизонтом. Найти ускорение тела. **Ответ:  $5 \text{ м/с}^2$ .**

3. С какой минимальной горизонтальной силой нужно прижимать тело массой 2 кг к вертикальной стене, чтобы оно не упало? Коэффициент трения между поверхностью стены и телом равен 0,2. **Ответ: 100 Н.**

4. Какова средняя сила давления на плечо при стрельбе из автомата, если масса пули 10 г, а скорость пули при вылете из ствола  $300 \text{ м/с}$ ? Число выстрелов из автомата в единицу времени равно  $300 \text{ мин}^{-1}$ . **Ответ: 15 Н.**

5. Снаряд массы 50 кг, летящий горизонтально со скоростью  $800 \text{ м/с}$ , попадает в платформу с песком и застревает в нем. Найти скорость платформы после попадания снаряда, если ее масса 16 т. **Ответ:  $2,5 \text{ м/с}$ .**

6. Тело массой 500 г упало с высоты 19 м за 2 с. Найти силу сопротивления воздуха, считая ее постоянной. **Ответ: 0,25 Н.**

7. Тело массой 0,5 кг вращается в горизонтальной плоскости на нити длиной 1 м с периодом 0,5 с. Найти силу натяжения нити. **Ответ: 78,9 Н.**

8. Поезд массой 1000 т движется со скоростью  $54 \text{ км/ч}$  по закругленному участку пути радиусом 300 м. Найти горизонтальную составляющую силы, действующей на рельсы. **Ответ: 750 кН.**

9. Мяч массы 150 г, движущийся со скоростью  $10 \text{ м/с}$  по нормали к стенке, ударяется об нее и отскакивает без потери скорости. Найти среднюю силу, действующую на мяч, если продолжительность удара 0,1 с. **Ответ: 30 Н.**

10. По горизонтальным рельсам со скоростью  $20 \text{ км/ч}$  движется платформа массы 200 кг. На нее вертикально падает камень массы 50 кг и движется вместе с платформой. С какой скоростью после этого движется платформа? **Ответ: 16 км/ч.**

### Тема 3. Динамика твердого тела

1. Найти момент инерции полого цилиндра массой 2 кг и радиусом 5 см относительно оси, совпадающей с образующей цилиндра. **Ответ: 0,01 кг·м<sup>2</sup>.**
2. Найти момент инерции шара массой 5 кг и радиусом 10 см относительно оси, расположенной на расстоянии 15 см от центра шара. **Ответ: 0,13 кг·м<sup>2</sup>.**
3. Найти момент инерции диска массой 0,5 кг и радиусом 20 см относительно оси перпендикулярной к плоскости диска и проходящей через середину его радиуса. **Ответ: 0,015 кг·м<sup>2</sup>.**
4. Маховик в виде цилиндра массой 5 кг и радиусом 20 см за 4 с от начала равноускоренного вращения достиг частоты 10 об/с. Найти момент сил, действующих на маховик. **Ответ: 1,57 Н·м.**
5. Определить линейную скорость центра полого цилиндра, скатившегося без скольжения с наклонной плоскости с высоты 1,6 м. **Ответ: 4 м/с.**
6. Найти момент инерции куба массой 5 кг и длиной ребра 1 м относительно оси, совпадающей с его ребром. **Ответ: 3,3 кг·м<sup>2</sup>.**
7. Найти момент инерции сплошного цилиндра массой 2 кг и радиусом 5 см относительно оси, перпендикулярной основанию цилиндра и проходящей на расстоянии 3 см от его центра. **Ответ: 4,3·10<sup>-3</sup> кг·м<sup>2</sup>.**
8. Найти момент инерции стержня массой 1,5 кг и длиной 1 м относительно оси перпендикулярной к стержню и проходящей через его конец. **Ответ: 0,5 кг·м<sup>2</sup>.**
9. Тонкий однородный стержень длиной 50 см и массой 400 г вращается с угловым ускорением 3 рад/с<sup>2</sup> около оси, проходящей перпендикулярно стержню через его середину. Определить вращающий момент. **Ответ: 25 мН·м.**
10. Пуля летит со скоростью 800 м/с, вращаясь около продольной оси с частотой 3000 об/с. Принимая пулю за цилиндр диаметром 8 мм, определить какую долю кинетической энергии тела составляет кинетическая энергия вращения. **Ответ: 0,44 %.**

#### Тема 4. Механические колебания

1. Точка совершает гармонические колебания по закону  $x = A \cos(\omega t + \varphi_0)$ , где  $A=3$  см, а  $\omega = 2$  с<sup>-1</sup>. Найти максимальную скорость точки. **Ответ: 6 см/с.**
2. Складываются два гармонических колебания одинаковой частоты и одинакового направления:  $x_1 = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1)$  и  $x_2 = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2)$ , где  $A_1 = 1$  см,  $\varphi_1 = \pi/3$ ;  $A_2 = 2$  см,  $\varphi_2 = 5\pi/6$ . Определить амплитуду результирующего колебания. **Ответ: 2,24 см.**
3. Найти период колебаний физического маятника, представляющего собой однородный стержень длиной 60 см, вращающийся вокруг горизонтальной оси, проходящей через один из его концов. **Ответ: 1,26 с.**
4. За время  $t=5$  мин амплитуда затухающих колебаний уменьшилась в 2 раза. Определить коэффициент затухания  $\beta$ . **Ответ:  $2,3 \cdot 10^{-3}$ .**
5. Математический маятник длиной  $l=1$  м установлен в лифте. Лифт поднимается с ускорением  $a=2,5$  м/с<sup>2</sup>. Определить период колебаний маятника. **Ответ: 1,8 с.**
6. Точка совершает гармонические колебания по закону  $x = A \cos(\omega t + \varphi_0)$ , где  $A=5$  см, а  $\omega = 2$  с<sup>-1</sup>. Найти максимальное ускорение точки. **Ответ: 20 см/с<sup>2</sup>.**
7. Два одинаково направленных гармонических колебания одного периода с амплитудами  $A_1 = 10$  см и  $A_2 = 6$  см складываются в одно колебание с амплитудой  $A = 14$  см. Найти разность фаз складываемых колебаний. **Ответ:  $\pi/3$ .**
8. Найти период колебаний физического маятника, представляющего собой однородный диск радиусом 30 см, вращающийся вокруг горизонтальной оси, проходящей через край диска. **Ответ: 1,33 с.**
9. Гирия массой 1 кг подвешено на пружине жесткостью 20 Н/м и совершает затухающие колебания в некоторой среде с коэффициентом сопротивления 4 кг/с. Определить период затухающих колебаний. **Ответ: 1,57 с.**
10. Математический маятник длиной  $l=1,5$  м установлен в лифте. Лифт опускается с ускорением  $a=2$  м/с<sup>2</sup>. Определить период колебаний маятника. **Ответ: 2,8 с.**

## Тема 5. Молекулярная физика

1. Идеальный газ количеством вещества  $\nu=2$  моль занимает объем  $V=10$  л. Определить концентрацию  $n$  молекул газа. **Ответ:  $12 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$ .**
2. При какой температуре  $T_1$  средняя квадратичная скорость  $\langle v_{\text{кв}} \rangle_1$  молекул кислорода равна средней квадратичной скорости  $\langle v_{\text{кв}} \rangle_2$  молекул азота, взятых при температуре  $T_2=300$  К. **Ответ: 343 К.**
3. Баллон вместимостью 20 л содержит углекислый газ массой 500 г под давлением 1,3 МПа. Определить температуру газа. **Ответ: 275 К.**
4. Какой объем занимает идеальный газ, содержащий 1 кмоль вещества при давлении 1 МПа и температуре 400 К? **Ответ: 3,3 м<sup>3</sup>.**
5. Определить молярную массу газовой смеси, состоящей из 20 г водорода и 40 г гелия. **Ответ: 3 г/моль.**
6. Кислород находится в сосуде объемом  $V=3$  л. Концентрация молекул равна  $n=6 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$ . Определить массу  $m$  газа. **Ответ: 96 мг.**
7. Определить среднюю арифметическую скорость  $\langle v \rangle$  молекул идеального газа, если их средняя квадратичная скорость  $\langle v_{\text{кв}} \rangle=800$  м/с. **Ответ: 737 м/с.**
8. Баллон вместимостью 12 л содержит углекислый газ. Давление газа равно 1 МПа, температура 300 К. Определить массу газа в баллоне. **Ответ: 212 г.**
9. В баллоне вместимостью 25 л находится водород при температуре 290 К. После того как часть водорода израсходовали, давление в баллоне понизилось на 0,4 МПа. Определить массу израсходованного водорода. **Ответ: 8,3 г.**
10. Определить молярную массу газовой смеси, состоящей из 2 молей углекислого газа и 8 молей водорода. **Ответ: 10,4 г/моль.**

## Тема 6. Термодинамика

1. Какое количество теплоты потребуется, чтобы нагреть 1 моль азота на 300 К при постоянном объеме? **Ответ: 6,23 кДж.**
2. На сколько изменилась внутренняя энергия водяного пара, если при его изобарическом сжатии внешние силы совершили работу равную 10 кДж? **Ответ: 30 кДж.**
3. При каком давлении происходило изобарное расширение азота, если на увеличение его объема на 12 л было затрачено количество теплоты равное 21 кДж? **Ответ: 500 кПа.**
4. Вычислить удельную теплоемкость  $c_V$  гелия при постоянном объеме. **Ответ: 3,1 кДж/(кг·К).**
5. При изохорном нагреве 1 моля гелия температура увеличивается в 3 раза. Найти приращение энтропии. **Ответ: 13,7 Дж/К.**
6. Какое количество теплоты было затрачено на нагрев гелия при постоянном объеме  $V=20$  л, если его давление возросло на  $\Delta p=400$  кПа? **Ответ: 12 кДж.**
7. Какое количество теплоты потребуется, чтобы нагреть 8 моль водорода на 100 К при постоянном давлении? **Ответ: 23,3 кДж.**
8. Углекислый газ расширился при постоянном давлении. Определить работу  $A$  расширения, если газу сообщили количество теплоты  $Q=6$  кДж. **Ответ: 1,5 кДж.**
9. Вычислить удельную теплоемкость  $c_p$  водорода при постоянном давлении. **Ответ: 14,5 кДж/(кг·К).**
10. При изобарном нагреве 1 моля азота объем увеличивается в 2 раза. Найти приращение энтропии. **Ответ: 20,2 Дж/К.**