

Вариант 1.

1. На осциллятор массы m без затухания с собственной частотой ω_0 действует вынуждающая сила по закону $F = F_0 \cos \omega t$. При каких начальных условиях (x_0, \dot{x}_0) с самого начала будут происходить только вынужденные колебания? Найти закон $x(t)$ в этом случае.
2. Тело массой m , подвешенное на пружине, совершает вынужденные колебания с амплитудой A и частотой ω . Собственная частота равна ω_0 . Найти среднюю за период механическую энергию колебаний данного осциллятора.
3. Период собственных колебаний пружинного маятника равен $0,27\text{с}$. В вязкой среде период того же маятника равен $0,33\text{с}$. Определить резонансную частоту колебаний.

Вариант 2

1. Шарик массы m может совершать незатухающие колебания около точки $x=0$ с собственной частотой ω_0 . В момент $t=0$, когда шарик находился в состоянии равновесия, к нему приложена вынуждающая сила $F_x = F_0 \cos \omega t$, совпадающая с осью x . Найти закон вынужденных колебаний.
2. Найти разность фаз между смещением и вынуждающей силой при резонансе смещения, если собственная частота $\omega_0=50 \text{ с}^{-1}$ и коэффициент затухания $\beta=5,2 \text{ с}^{-1}$.
3. При неизменной амплитуде вынуждающей силы, амплитуда вынужденных колебаний при частотах $\omega_1 = 100\text{с}^{-1}$ и $\omega_2 = 300\text{с}^{-1}$ оказалась одинаковой. Найти резонансную частоту.

Вариант 3

1. Шарик массы m может совершать незатухающие колебания около точки $x=0$ с собственной частотой ω_0 . В момент $t=0$, когда шарик находился в состоянии равновесия, к нему приложена вынуждающая сила $F_x = F_0 \cos \omega t$, совпадающая с осью x . Найти закон вынужденных колебаний, если частота вынуждающей силы равна собственной частоте колебаний маятника.
2. Оценить, через сколько времени установятся колебания в системе с добротностью $Q=1 \cdot 10^6$ и собственной частотой $\omega_0=5000 \text{ с}^{-1}$ при резонансном воздействии на эту систему вынуждающей гармонической силы.
3. Железный стержень подвешенный к пружине, совершает свободные колебания с частотой $\omega' = 20 \text{ с}^{-1}$ причём амплитуда колебаний уменьшилась в 2 раза за время $\tau = 1,11 \text{ с}$. Снизу помещена катушка, питаемая током с частотой $\omega = 11 \text{ с}^{-1}$. Стержень колеблется с амплитудой 1,5мм. При какой частоте тока в катушке наблюдается резонанс? Чему равна амплитуда при резонансе? (Учесь что частота вынуждающей силы равна удвоенной частоте тока в катушке.) ($\omega_{\text{рез}} = \frac{1}{2} \sqrt{\omega'^2 - (\ln \eta / \tau)^2} = \frac{1}{2} \omega' = 10 \text{ с}^{-1}$, $a_{\text{рез}} = 7 \text{ мм}$)

Вариант 4

1. На осциллятор массы m без затухания с собственной частотой ω_0 действует вынуждающая сила по закону $F = F_0 \cos \omega t$. При каких начальных условиях (x_0, \dot{x}_0) с самого начала будут происходить только вынужденные колебания? Найти закон $x(t)$ в этом случае.
2. Тело массой m , подвешенное на пружине, совершает вынужденные колебания с амплитудой A и частотой ω . Собственная частота равна ω_0 . Найти среднюю за период механическую энергию колебаний данного осциллятора.
3. При частотах вынуждающей гармонической силы ω_1 и ω_2 амплитуда скорости частицы равна половине максимального значения. Найти частоту, соответствующую резонансу, коэффициент затухания и частоту затухающих колебаний частицы. ($\omega_{\text{рез}} = \sqrt{\{\omega_1 \omega_2\}}$; $\beta = [(\omega_2 - \omega_1) / (\sqrt{12})]$;
 $\omega = \sqrt{\{\omega_1 \omega_2 - (\omega_2 - \omega_1)^2 / 12\}}$)

Вариант 5

1. Частица массы m может совершать незатухающие гармонические колебания под действием упругой силы с коэффициентом k . Когда частица находилась в состоянии равновесия, к ней приложили постоянную силу F , которая действовала в течение τ секунд. Найти амплитуду колебаний частицы после окончания действия этой силы.
2. Найти добротность осциллятора, у которого отношение резонансной частоты к частоте затухающих колебаний равно 0,97.
3. Шарик массой 50г подвешен на невесомой пружине жёсткостью 20Н/м. Под действием вынуждающей гармонической силы с частотой 25рад/с шарик совершает установившиеся колебания с амплитудой $a = 1,3$ см. При этом смещение шарика отстаёт от вынуждающей силы на $\varphi = 3\pi/4$. Определить работу вынуждающей силы за один период колебания в мДж.
($A = ma\pi(\omega_0^2 - \omega^2)tg \varphi = 6$ мДж)

Вариант 6

1. Шарик массы m , подвешенный к пружине, удлиняет ее на Δl . Под действием внешней вертикальной силы, меняющейся по гармоническому закону с амплитудой F_0 , шарик совершает вынужденные колебания. Логарифмический декремент затухания λ . Пренебрегая массой пружинки, найти частоту вынуждающей силы, при которой амплитуда смещения шарика максимальна. Чему равна максимальная амплитуда колебаний.
2. Амплитуда смещения вынужденных колебания при частотах $\omega_1=40 \text{ с}^{-1}$ и $\omega_2=60 \text{ с}^{-1}$ равны между собой. Найти частоту, при которой амплитуда максимальна.
3. Маятник длиной 62см с грузом 240г совершает колебания под воздействием вынуждающей силы, амплитуда которых 0,07м и силы сопротивления пропорциональной скорости $F = -0,275v$. Определить добротность системы. Округлить до сотых. (3,43)

Вариант 7

1. Осциллятор массы m движется по закону $x = A \sin \omega t$ под действием вынуждающей силы $F_x = F_0 \cos \omega t$. Найти коэффициент затухания осциллятора.
2. Некоторая резонансная кривая соответствует осциллятору с логарифмическим декрементом затухания $\lambda=1,6$. Найти для этой кривой отношение максимальной амплитуды смещения к амплитуде смещения при очень малой частоте.
3. Тело массой 20г совершает вынужденные колебания под действием вынуждающей силы $f = 5 \cos \pi t$. Система совершает установившиеся колебания по закону $x = 120 \sin(\pi t - \pi/6)$. Определить работу вынуждающей силы за один период колебаний. (5кДж)

Вариант 8

1. Найти выражение для вынуждающей силы, под действием которой осциллятор массы m с коэффициентом затухания β испытывает колебания по закону $x = A \sin(\omega_0 t - \varphi)$, где ω_0 – собственная частота осциллятора.
2. Тело массы m , подвешенное к пружине, совершает вынужденные колебания с амплитудой A и частотой ω . Собственная частота колебаний ω_0 . Найти среднюю за период механическую энергию данного осциллятора.
3. Шарик массой 50г подвешен на невесомой пружине жёсткостью 20Н/м. Под действием вынуждающей вертикальной силы с частотой $\omega = 25$ рад/с шарик совершает установившиеся колебания с амплитудой $a = 1,3$ см. При этом смещение шарика отстает по фазе от вынуждающей силы на $\varphi = 3\pi/4$. Найти добротность системы. ($Q = 0,35$)

Вариант 9

1. Найти максимальное значение амплитуды смещения осциллятора, совершающего установившиеся колебания под действием вынуждающей гармонической силы с амплитудой $F_0=2,5$ Н, если частота затухающих колебаний данного осциллятора 100 с^{-1} и коэффициент сопротивления $0,5$ кг/с.
2. При частотах вынуждающей силы $\omega_1=20 \text{ с}^{-1}$ и $\omega_2=80 \text{ с}^{-1}$ амплитуда скорости частицы равна половине максимального значения. Найти частоту, соответствующую резонансу.
3. Под действием внешней вертикальной силы $F = F_0 \cos \omega t$, тело, подвешенное на пружине, совершает установившиеся вынужденные колебания по закону $x = a \sin(\omega t - \varphi)$. Найти работу силы за период.

Вариант 10

1. Под действием момента сил $N_z = N_0 \cos \omega t$ тело совершает вынужденные крутильные колебания по закону $\varphi = \varphi_0 \cos(\omega t - \alpha)$. Найти работу сил трения, действующих на тело, за период колебаний.
2. Тело массой 10 г совершает затухающие колебания с максимальной амплитудой $A_{\max} = 7$ см, начальной фазой $\phi_0 = 0$ и коэффициентом затухания $\beta = 1,6 \text{ с}^{-1}$. На это тело начала действовать внешняя периодическая сила F , под действием которой установились вынужденные колебания. Уравнение вынужденных колебаний имеет вид $x = 5 \sin(10\pi t - 3\pi/4)$ см. Найти (с числовыми коэффициентами) уравнение собственных колебаний и уравнение внешней периодической силы.
3. Определить амплитуду вынужденных колебаний груза массой 19г, подвешенного на пружине жесткостью 19н/м, если действует вынуждающая сила с амплитудой 1Н и частотой в 2 раза большей собственной частоты, а коэффициент затухания равен 9с^{-1} . Ответ дать в мм и округлить до сотых. (0,26мм)

Вариант 11

1. Осциллятор массы m движется по закону $x = A \sin \omega t$ под действием вынуждающей силы $F_{\tau} = F_0 \cos(\omega t)$. Найти коэффициент затухания β осциллятора.
2. При частотах вынуждающей силы $\omega_1 = 20 \text{ с}^{-1}$ и $\omega_2 = 80 \text{ с}^{-1}$ амплитуда скорости частицы равна половине максимального значения. Найти коэффициент затухания и частоту затухающих колебаний.
3. Частота свободных колебаний некоторой системы $\omega = 100 \text{ с}^{-1}$, Резонансная частота $\omega_{\text{рез}} = 99 \text{ с}^{-1}$. Определить добротность системы. (4)

Вариант 12

1. Гири массой 200 г, висящая на вертикальной пружине совершает затухающие колебания с коэффициентом затухания $0,75 \text{ с}^{-1}$. Жесткость пружины $0,5 \text{ кН/м}$. Начертите зависимость амплитуды вынужденных колебаний от частоты внешней периодической силы. Максимальное значение внешней силы $0,98 \text{ Н}$. (Для построения графика найдите значения амплитуды для частот: $\omega=0$, $\omega=0.5\omega_0$, $\omega=0.75\omega_0$, $\omega=\omega_0$, $\omega=1.5\omega_0$, $\omega=2\omega_0$, где ω_0 – собственная частота колебаний подвешенной гири).
2. Найти среднюю мощность гармонической вынуждающей силы, если коэффициент затухания осциллятора равен β , а полная энергия его установившихся колебаний не зависит от времени и равна E .
3. Шарик массой 50г подвешен на невесомой пружине жёсткостью 20Н/м . Под действием вынуждающей гармонической вертикальной силы с частотой $\omega = 25\text{рад/с}$ шарик совершает установившиеся колебания с амплитудой $a = 1,3\text{см}$. При этом смещение шарика отстаёт по фазе от вынуждающей силы на $\varphi = 3\pi/4$. Найти добротность системы. ($Q = 0,35$)

Вариант 13

1. Шарик массы m , подвешенный на невесомой пружине, может совершать вертикальные колебания с коэффициентом затухания β . Собственная частота колебаний ω_0 . Под действием внешней вертикальной силы, меняющейся по закону $F_x = F_0 \cos \omega t$, шарик совершает установившиеся гармонические колебания. Найти среднюю за период колебаний мощность силы F .
2. При частотах вынуждающей силы $\omega_1=20 \text{ с}^{-1}$ и $\omega_2=80 \text{ с}^{-1}$ амплитуда скорости частицы равна половине максимального значения. Найти коэффициент затухания и частоту затухающих колебаний.
3. Маятник, состоящий из легкой нити длиной 82см с грузом 126г на конце, совершает колебания под воздействием вынуждающей силы, амплитудное значение которой 0,073Н и силы сопротивления пропорциональной скорости $F = -0,113v$. Определить добротность системы и округлить до сотых. (3,84)

Вариант 14

1. Шарик массы m , подвешенный на невесомой пружине, может совершать вертикальные колебания с коэффициентом затухания β . Собственная частота колебаний ω_0 . Под действием внешней вертикальной силы, меняющейся по закону $F_x = F_0 \cos \omega t$, шарик совершает установившиеся гармонические колебания. Найти частоту вынуждающей силы, при которой средняя мощность максимальна.
2. Найти разность фаз между смещением и вынуждающей силой при резонансе смещения, если собственная частота 100 с^{-1} и коэффициент затухания $\beta=3,4 \text{ с}^{-1}$.
3. В колебательной системе совершаются вынужденные колебания с частотой 13 Гц . При увеличении частоты вынуждающей силы в 9 раз, амплитуда колебаний не изменилась. Найти собственную частоту колебаний системы, пренебрегая коэффициентом затухания. (3,82)

Вариант 15

1. На осциллятор массы m без затухания с собственной частотой ω_0 действует вынуждающая сила по закону $F = F_0 \cos \omega t$. При каких начальных условиях (x_0, \dot{x}_0) с самого начала будут происходить только вынужденные колебания? Найти закон $x(t)$ в этом случае.
2. Тело массой m , подвешенное на пружине, совершает вынужденные колебания с амплитудой A и частотой ω . Собственная частота равна ω_0 . Найти среднюю за период механическую энергию колебаний данного осциллятора.
3. Амплитуда вынужденных гармонических колебаний при частотах $\omega_1 = 400 \text{ рад/с}$ и $\omega_2 = 600 \text{ рад/с}$ равны между собой. Найти частоту, при которой амплитуда максимальна.

Вариант 16

1. Шарик массы m может совершать незатухающие колебания около точки $x=0$ с собственной частотой ω_0 . В момент $t=0$, когда шарик находился в состоянии равновесия, к нему приложена вынуждающая сила $F_x = F_0 \cos \omega t$, совпадающая с осью x . Найти закон вынужденных колебаний.
2. Найти разность фаз между смещением и вынуждающей силой при резонансе смещения, если собственная частота $\omega_0=50 \text{ с}^{-1}$ и коэффициент затухания $\beta=5,2 \text{ с}^{-1}$.
3. Определить амплитуду вынужденных колебаний груза массой 123г, подвешенного к пружине жесткостью 9Н/м, если действует вынуждающая сила с амплитудой 9Н и частотой в 2 раза больше собственной частоты системы. Коэффициент затухания равен 1с. Ответ округлить до тысячных (0,329)

Вариант 17

1. Шарик массы m может совершать незатухающие колебания около точки $x=0$ с собственной частотой ω_0 . В момент $t=0$, когда шарик находился в состоянии равновесия, к нему приложена вынуждающая сила $F_x = F_0 \cos \omega t$, совпадающая с осью x . Найти закон вынужденных колебаний, если частота вынуждающей силы равна собственной частоте колебаний маятника.
2. Оценить, через сколько времени установятся колебания в системе с добротностью $Q=1 \cdot 10^6$ и собственной частотой $\omega_0=5000 \text{ с}^{-1}$ при резонансном воздействии на эту систему вынуждающей гармонической силы.
3. Шарик массой 50г подвешен на невесомой пружине жёсткостью 20Н/м. Под действием вынуждающей гармонической вертикальной силы с частотой $\omega = 25 \text{ рад/с}$ шарик совершает установившиеся колебания с амплитудой $a = 1,3 \text{ см}$. При этом смещение шарика отстаёт по фазе от вынуждающей силы на $\varphi = 3\pi/4$. Определить работу вынуждающей силы за период. ($A = m a \omega (\omega_0^2 - \omega^2) \text{tg } \varphi = 6 \text{ мДж}$)

Вариант 18

1. Частица массы m может совершать незатухающие гармонические колебания под действием упругой силы с коэффициентом k . Когда частица находилась в состоянии равновесия, к ней приложили постоянную силу F , которая действовала в течение τ секунд. Найти амплитуду колебаний частицы после окончания действия этой силы.
2. Найти добротность осциллятора, у которого отношение резонансной частоты к частоте затухающих колебаний равно $0,97$.
3. Тело совершает вынужденные колебания в среде с сопротивлением $r = 0,2 \text{ г/с}$. Определить амплитудное значение вынуждающей силы, если резонансная амплитуда 2 см , а собственная частота 10 Гц .

Вариант 19

1. Шарик массы m , подвешенный к пружине, удлиняет ее на Δl . Под действием внешней вертикальной силы, меняющейся по гармоническому закону с амплитудой F_0 , шарик совершает вынужденные колебания. Логарифмический декремент затухания λ . Пренебрегая массой пружинки, найти частоту вынуждающей силы, при которой амплитуда смещения шарика максимальна. Чему равна максимальная амплитуда колебаний.
2. Амплитуда смещения вынужденных колебания при частотах $\omega_1=40 \text{ с}^{-1}$ и $\omega_2=60 \text{ с}^{-1}$ равны между собой. Найти частоту, при которой амплитуда максимальна.
3. Под действием внешней вертикальной силы $F = F_0 \cos \omega t$, тело, подвешенное на пружине, совершает установившиеся вынужденные колебания по закону $x = a \sin(\omega t - \varphi)$. Найти работу силы за период. ($A = F_0 a \lambda \sin \varphi$)

Вариант 20

1. Осциллятор массы m движется по закону $x = A \sin \omega t$ под действием вынуждающей силы $F_x = F_0 \cos \omega t$. Найти коэффициент затухания осциллятора.
2. Некоторая резонансная кривая соответствует осциллятору с логарифмическим декрементом затухания $\lambda=1,6$. Найти для этой кривой отношение максимальной амплитуды смещения к амплитуде смещения при очень малой частоте.
3. Пружинный маятник (массой 100г, жёсткость пружины 10Н/м) совершает вынужденные колебания в вязкой среде с коэффициентом сопротивления $r = 0,02\text{кг/с}$. Определить коэффициент затухания и резонансную амплитуду колебаний, если амплитудное значение вынуждающей силы равно 10мН.

Вариант 21

1. При неизменной амплитуде вынуждающей силы амплитуда скорости при частотах $\omega_1 = 100\text{с}^{-1}$ и $\omega_2 = 300\text{с}^{-1}$ оказалась одинаковой. Найти частоту, при которой амплитуда скорости минимальна.
2. Найти выражение для вынуждающей силы, под действием которой осциллятор массы m с коэффициентом затухания β испытывает колебания по закону $x = A\sin(\omega_0 t - \varphi)$, где ω_0 – собственная частота осциллятора.
3. Тело массы m , подвешенное к пружине, совершает вынужденные колебания с амплитудой A и частотой ω . Собственная частота колебаний ω_0 . Найти среднюю за период механическую энергию данного осциллятора

Вариант 22

1. Под действием момента сил $N_z = N_0 \cos \omega t$ тело совершает вынужденные крутильные колебания по закону $\varphi = \varphi_0 \cos(\omega t - \alpha)$. Найти работу сил трения, действующих на тело, за период колебаний.
2. Тело массой 10 г совершает затухающие колебания с максимальной амплитудой $A_{\max} = 7$ см, начальной фазой $\phi_0 = 0$ и коэффициентом затухания $\beta = 1,6 \text{ с}^{-1}$. На это тело начала действовать внешняя периодическая сила F , под действием которой установились вынужденные колебания. Уравнение вынужденных колебаний имеет вид $x = 5 \sin(10\pi t - 3\pi/4)$ см. Найти (с числовыми коэффициентами) уравнение собственных колебаний и уравнение внешней периодической силы.
3. При частотах вынуждающей силы $\omega_1 = 100 \text{ с}^{-1}$ и $\omega_2 = 400 \text{ с}^{-1}$ амплитуда скорости частицы равна половине максимального значения. Найти коэффициент затухания и частоту, при которой амплитуда скорости максимальна.

Вариант 23

1. Осциллятор массы m движется по закону $x = A \sin \omega t$ под действием вынуждающей силы $F_{\tau} = F_0 \cos(\omega t)$. Найти коэффициент затухания β осциллятора.
2. При частотах вынуждающей силы $\omega_1 = 20 \text{ с}^{-1}$ и $\omega_2 = 80 \text{ с}^{-1}$ амплитуда скорости частицы равна половине максимального значения. Найти коэффициент затухания и частоту затухающих колебаний.
3. Определить амплитуду вынужденных колебаний груза массой 230г, подвешенного на пружине жесткостью 40Н/м, если действует вынуждающая сила с амплитудой 8Н и частотой в 2 раза большей собственной частоты. Коэффициент затухания 3 с^{-1} . (510м)

Вариант 24

1. Гиря массой 200 г, висящая на вертикальной пружине совершает затухающие колебания с коэффициентом затухания $0,75 \text{ с}^{-1}$. Жесткость пружины $0,5 \text{ кН/м}$. Начертите зависимость амплитуды вынужденных колебаний от частоты внешней периодической силы. Максимальное значение внешней силы $0,98 \text{ Н}$. (Для построения графика найдите значения амплитуды для частот: $\omega=0$, $\omega=0.5\omega_0$, $\omega=0.75\omega_0$, $\omega=\omega_0$, $\omega=1.5\omega_0$, $\omega=2\omega_0$, где ω_0 – собственная частота колебаний подвешенной гири).
2. Найти среднюю мощность гармонической вынуждающей силы, если коэффициент затухания осциллятора равен β , а полная энергия его установившихся колебаний не зависит от времени и равна E .
3. Во сколько раз амплитуда вынужденных колебаний будет меньше резонансной амплитуды, если частота изменения вынуждающей силы в 2 раза больше резонансной частоты? Коэффициент затухания равен $0,1\omega_0$ (ω_0 – собственная частота).

Вариант 25

1. Шарик массы m , подвешенный на невесомой пружине, может совершать вертикальные колебания с коэффициентом затухания β . Собственная частота колебаний ω_0 . Под действием внешней вертикальной силы, меняющейся по закону $F_x = F_0 \cos \omega t$, шарик совершает установившиеся гармонические колебания. Найти среднюю за период колебаний мощность силы F .
2. При частотах вынуждающей силы $\omega_1=20 \text{ с}^{-1}$ и $\omega_2=80 \text{ с}^{-1}$ амплитуда скорости частицы равна половине максимального значения. Найти коэффициент затухания и частоту затухающих колебаний.
3. Грузик массой 10г подвесили к пружине с коэффициентом жёсткости 5Н/м и поместили в среду с коэффициентом сопротивления $0,3\text{кг/с}$. Определить резонансную амплитуду, если вынуждающая сила меняется по закону $F = 0,02\sin(\omega t + \varphi_0)$.

Вариант 26

1. Шарик массы m , подвешенный на невесомой пружине, может совершать вертикальные колебания с коэффициентом затухания β . Собственная частота колебаний ω_0 . Под действием внешней вертикальной силы, меняющейся по закону $F_x = F_0 \cos \omega t$, шарик совершает установившиеся гармонические колебания. Найти частоту вынуждающей силы, при которой средняя мощность максимальна.
2. Найти разность фаз между смещением и вынуждающей силой при резонансе смещения, если собственная частота 100 с^{-1} и коэффициент затухания $\beta=3,4 \text{ с}^{-1}$
3. Тело массой 20г совершает вынужденные колебания под действием вынуждающей силы $F = 5 \cos \pi t$. Система совершает установившиеся колебания по закону $x = 120 \sin(\pi t - \pi/6)$. Определить работу вынуждающей силы в кДж за один период колебаний. (15кДж)