
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Теоретическая механика и Основы механики сплошной среды

Билет № 1

1. Методы описания движения материальной точки. Законы сохранения.
 2. Вязкие волны.
 3. При каких значениях момента импульса L возможно финитное движение частицы в поле а) $U(r) = -\alpha \exp(-r/r_D)/r$; б) $U(r) = -V \exp(-r^2/r_D^2)$?
 4. Найти функцию Лагранжа, вывести уравнения движения и найти частоту малых колебаний математического маятника, подвешенного на пружинке жесткости k , имеющей в равновесии длину l (маятник движется в плоскости).
- Зав. каф. ТФ и ВП
-

ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Теоретическая механика и Основы механики сплошной среды

Билет № 2

1. Одномерные консервативные системы, интегрирование их уравнений движения. Вычисление периода финитного движения.
 2. Затухание звуковых волн.
 3. Определить вынужденные колебания системы под влиянием силы $F(t)$, если в начальный момент $t = 0$ система покоится в положении равновесия ($x = 0, dx/dt = 0$) для: $F = F_0 \exp(t/\tau)$.
 4. Найти распределение давления в газе, вращающемся внутри цилиндрической трубы с угловой скоростью $\Omega = \text{const}$.
- Зав. каф. ТФ и ВП
-

ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Теоретическая механика и Основы механики сплошной среды

Билет № 3

1. Одномерные консервативные системы, интегрирование их уравнений движения. Особенности движения вблизи точки поворота.
 2. Тензор напряжений, уравнение Навье-Стокса.
 3. Заряженная частица движется по прямой, на которой закреплены неподвижно два одинаковых заряда симметрично относительно начала координат на расстоянии $2l$ друг от друга. Исследовать устойчивость положения равновесия.
 4. Определить распределение давления $p(z)$ в политропной атмосфере $p = p_0(\rho/\rho_0)^n$, находящейся в однородном поле тяжести Земли.
- Зав. каф. ТФ и ВП
-

ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Теоретическая механика и Основы механики сплошной среды

Билет № 4

1. Сведение задачи двух тел к задаче о движении тела с приведенной массой во внешнем поле.
 2. Внутренние гравитационные волны в несжимаемой среде и неустойчивость Рэлея-Тейлора. Конвективная неустойчивость.
 3. Определить приближенно закон движения частицы в поле $U(x)$ вблизи точки остановки $x = a$: а) $U'(a) = 0, U''(a) \neq 0$; б) $U'(a) = 0, U''(a) = 0, U'''(a) \neq 0$; в) $U^{(i)}(a) = 0$ ($i = 1, \dots, n-1$), $U^{(n)}(a) \neq 0$.
 4. Определить форму поверхности несжимаемой жидкости в поле тяжести в цилиндрическом сосуде, вращающемся вокруг своей оси ($\vec{n}_z || \vec{g}$) с постоянной угловой скоростью Ω . Высота уровня жидкости в покоящемся сосуде равна H , радиус цилиндра R .
- Зав. каф. ТФ и ВП
-

ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Теоретическая механика и Основы механики сплошной среды

Билет № 5

1. Задача двух тел. Кинематические параметры в цилиндрической системе координат.
 2. Звуковые волны.
 3. Определить изменение закона движения $x_0(t)$ частицы на участке, не содержащем точек остановки, вызванное добавлением к полю $U(x)$ малой добавки $\delta U(x)$. Исследовать применимость полученных результатов вблизи точки остановки.
 4. Расстояние между точками подвеса двух математических маятников равно L (соответствующие массы m и M , длина маятников одинаковая). Как изменятся частоты колебаний, если поместить на массу m заряд q , а на массу M заряд Q .
- Зав. каф. ТФ и ВП
-

ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Теоретическая механика и Основы механики сплошной среды

Билет № 6

1. Законы сохранения при движении в центральном поле.
 2. Закон сохранения энтропии. Уравнение Бернулли.
 3. Записать уравнение движения однородного цилиндра радиуса a , катящегося по внутренней поверхности другого цилиндра радиуса R .
 4. Как известно, за счет вращения Земли ($\Omega = 1/13700 \text{ c}^{-1}$), поверхность Земли является не сферой, а сфероидом — телом вращения, представляющим несколько сплюснутую у полюсов сферу. Найти относительную сплюснутость Земли $(R_{max} - R_{min})/R_{min}$.
- Зав. каф. ТФ и ВП
-

ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Теоретическая механика и Основы механики сплошной среды
Билет № 7

1. Общее решение задачи о движении в центральном поле.
 2. Дисперсия и волновой пакет. Дисперсионное уравнение. Фазовая и групповая скорость на примере звуковых, ВГ-волн.
 3. Определить функцию Лагранжа, написать уравнение движения для "физико-математического" маятника, состоящего из однородного стержня и математического маятника.
 4. Получить закон дисперсии звуковых волн в однородном потоке газа, который движется со скоростью \vec{u}_0 .
- Зав. каф. ТФ и ВП

ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Теоретическая механика и Основы механики сплошной среды
Билет № 8

1. Определение траектории частицы в центральном поле.
 2. Закон сохранения энергии для сплошной среды. Замыкание уравнений гидродинамики в модели идеального газа.
 3. Частица движется в поле $U(x) = U_0/\operatorname{ch}^2(\alpha x)$ с энергией $E > U_0$. Найти время задержки частицы при движении от $x = -\infty$ до $x = +\infty$ по сравнению со временем свободного движения с той же энергией.
 4. Вязкая жидкость течет вдоль оси двух коаксиальных труб радиусов R_1 и R_2 ($R_2 > R_1$) в зазоре между ними. Найти профиль скорости и зависимость расхода жидкости Q в таком потоке.
- Зав. каф. ТФ и ВП

ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Теоретическая механика и Основы механики сплошной среды
Билет № 9

1. Типы и параметры траекторий частицы, движущейся в кулоновском поле.
 2. Уравнение на внутреннюю энергию.
 3. Определить время падения частицы на Землю с высоты H для двух случаев: а) пренебречь зависимостью силы тяжести g от высоты, б) учесть зависимость силы тяжести g от высоты. Сравнить результаты.
 4. Плоский слой газа находится в поле $U(x) = \alpha x^\beta$. Определить закон распределения термодинамических параметров вдоль x при различных β в случае модели идеального газа. Определить толщину слоя. Рассмотреть изотермический и изохорический случаи.
- Зав. каф. ТФ и ВП

ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Теоретическая механика и Основы механики сплошной среды
Билет № 10

1. Рассеяние частиц в центральном поле. Эффективное сечение рассеяния.
 2. Потоки физических величин.
 3. Частица массы m может двигаться по окружности радиуса R в вертикальной плоскости в поле тяжести. Найти закон движения, если ее кинетическая энергия в нижней точке равна $E = 2mgR$.
 4. В шаре радиусом R_0 находится газ массой M . Шар находится в вакууме. Возникла дырка размером ΔS . Определить закон вытекания воздуха из шара.
- Зав. каф. ТФ и ВП

ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Теоретическая механика и Основы механики сплошной среды
Билет № 11

1. Рассеяние частиц в кулоновском поле (сечение Резерфорда).
 2. Вывод уравнений гидродинамики в дифференциальной форме.
 3. Определить период колебаний математического маятника при малых, но конечных значениях максимальной амплитуды φ_0 .
 4. Определить частоту колебаний подвешенного на пружинке шарика массы m , который находится в идеальной жидкости с плотностью ρ . Шарик изготовлен из материала с плотностью ρ_0 . Сопротивление не учитывать.
- Зав. каф. ТФ и ВП

ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Теоретическая механика и Основы механики сплошной среды
Билет № 12

1. Вывод уравнений Лагранжа в обобщенных координатах. /Число степеней свободы системы. Обобщенные координаты и скорости. Кинетическая и потенциальная энергии. Обобщенная сила. Функция Лагранжа. Уравнение Лагранжа. Обобщенная сила. Уравнения движения двойного математического маятника./
 2. Интегральные законы сохранения в механике сплошной среды. Дифференцирование интегралов по объему, зависящему от времени.
 3. Частица движется в поле $U(r) = -\alpha/r^6$. Найти траекторию движения, если полная энергия частицы равна нулю.
 4. Вязкая жидкость прилегает к плоскости ($x, y, z = 0$), колеблющейся в направлении оси z с амплитудой скорости u_0 и частотой ω . Найти закон движения жидкости.
- Зав. каф. ТФ и ВП

ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Теоретическая механика и Основы механики сплошной среды

Билет № 13

1. Лагранжиан и уравнения движения частицы в неинерциальных системах отсчета.
2. Понятие сплошной среды. Интегральные законы сохранения в механике сплошной среды.
3. Вязкая жидкость движется между двумя параллельными плоскостями. Одна стенка покоится, другая движется со скоростью u_0 . Найти профиль течения, определить среднюю скорость течения, расход жидкости, силу трения, действующую на единицу площади стенки.
4. Определить период колебаний в зависимости от энергии при движении частицы массы m в поле с потенциальной энергией $U(x) = A|x|^n$. Почему при $n = 2$ период не зависит от полной энергии E .

Зав. каф. ТФ и ВП

ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Теоретическая механика и Основы механики сплошной среды

Билет № 14

1. Лагранжиан и закон движения частицы на вращающейся планете.
2. Кинетическая энергия, момент импульса и тензор инерции твердого тела. Уравнения движения твердого тела.
3. Пусть в начальный момент времени распределение скорости вязкой жидкости имеет вид: $u(z, 0) = \begin{cases} u_0, & z > 0 \\ -u_0, & z < 0 \end{cases}$. Определить как со временем будет изменяться скорость.
4. Как известно, за счет вращения Земли ($\Omega = 1/13700 \text{ c}^{-1}$), поверхность Земли является не сферой, а сфероидом — телом вращения, представляющим несколько сплюснутую у полюсов сферу. Найти относительную сплюснутость Земли $(R_{\max} - R_{\min})/R_{\min}$. *Указания:* 1) Землю считать однородным жидким телом; 2) принять гравитационное притяжение центральносимметричным.

Зав. каф. ТФ и ВП

ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Теоретическая механика и Основы механики сплошной среды

Билет № 15

1. Движение заряженных частиц в скрещенных электрическом и магнитном полях. Дрейф заряженных частиц. /Уравнение движения. Аналогия с движением в гравитационном поле на вращающейся планете. Траектория движения. Дрейф. Скорость дрейфа. Дрейф в неоднородном магнитном поле./
2. Уравнения Гамильтона. Скобки Пуассона.
3. Определить центральные поля, в которых частица может двигаться по следующим траекториям $c = \text{const}$: а) $r = c\varphi$; б) $r = c/\varphi$. Изобразите траектории движения.
4. Найти форму свободной поверхности несжимаемой вращающейся жидкости, если частицы жидкости притягиваются к оси вращения с силой пропорциональной расстоянию до оси вращения $F = -m\beta r$.

Зав. каф. ТФ и ВП

ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Теоретическая механика и Основы механики сплошной среды

Билет № 16

1. Действие и принцип Гамильтона. Уравнение Гамильтона-Якоби.
2. Вывод уравнений гидродинамики в дифференциальной форме.
3. Запишите второй закон Ньютона $\vec{F} = m\vec{r}$ для а) цилиндрической системы координат (r, φ, z)
4. Емкость центрифуги в виде части кругового сектора угла 2α радиусов r и R ($R > r$) заполнена жидкостью на высоту H и вращается вокруг вертикальной оси с постоянной угловой скоростью. Найти угловую скорость Ω , при которой жидкость будет выливаться из центрифуги. При решении задачи считать, что свободная поверхность жидкости в отклоненном положении не пересекает дно сосуда, а его высота равна h .

Зав. каф. ТФ и ВП
