

1. (10б) Покажіть, що формула ємності плоского конденсатора збігається з формулою ємності сферичного у випадку малої різниці між радіусами сфер.
 2. (10б) Енергія тіла, що рухається виражається в теорії відносності формулою $E = \frac{mc^2}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$. Користуючись цією формулою отримайте у наближенні $v/c \rightarrow 0$ вираз для кінетичної енергії $E_k = mv^2/2$.
 3. (10б) Пружна нитка закріплена у точках А та В у недеформованому стані, тобто довжина нерозтягнутої нитки дорівнює відстані між А та В. Нитку починають відтягувати за середину у напрямку, перпендикулярному до АВ. Покажіть, що при малих зміщеннях повертаюча сила пропорційна кубу зміщення.
 4. (15б) Тіло маси m складається з речовини, питома теплоємність якої c . Температура тіла T відрізняється від температури навколишнього середовища T_0 . Потужність теплообміну з навколишнім середовищем визначається законом $P = \alpha(T - T_0)$, де α – відомий коефіцієнт. Знайдіть залежність температури тіла від часу (вважаючи температуру в усіх точках тіла однаковою). Зобразіть графік $T(t)$. Знайдіть час релаксації системи, тобто час, за який різниця температур $T - T_0$ зменшується в e раз.
 5. (20б) Знайдіть заряд, який пройде через резистор r після замикання ключа.
-
6. У фантастичному романі Артура Кларка «Фонтани рая» розглядається проект космічного ліфта, який дозволить підніматися з поверхні Землі у космос. Пропонується прикріпити трос, по якому рухатиметься ліфт до достатньо великої космічної станції, що знаходиться на геостаціонарній орбіті.
 - а) (10б) Розрахуйте механічну напругу троса біля станції, вважаючи трос циліндром з густиною 2000 кг/м^3 . Поки що без ліфта.
 - б) (25б) Ясно, що навантаження на нижні ділянки троса буде меншим, ніж на верхні. Тому трос варто робити зі змінною площею перерізу. Біля поверхні Землі він має витримувати ліфт масою 1000 кг . Розрахуйте залежність площі перерізу троса від висоти (рахуємо мінімальну площу, необхідну для утримання всієї конструкції). В якості матеріалу для троса візьмемо один з найміцніших на сьогоднішній день – вуглецеве волокно з межею міцності $5 \times 10^9 \text{ Па}$ та густиною 2000 кг/м^3 . Знайдіть площу перерізу цього троса біля космічної станції. Маса Землі $6 \times 10^{24} \text{ кг}$, радіус Землі $6,4 \times 10^6 \text{ м}$, гравітаційна стала $6,67 \times 10^{-11} \text{ Нм}^2/\text{кг}^2$.