

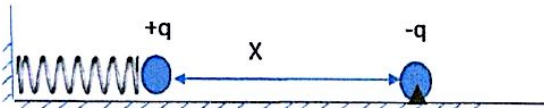
**Відбірково-тренувальні збори кандидатів до складу команд учнів України
для участі у міжнародній учнівській олімпіади з фізики 2019 року**

16.05.2019 Пашко М.І.

1. Трохи рівноваги.

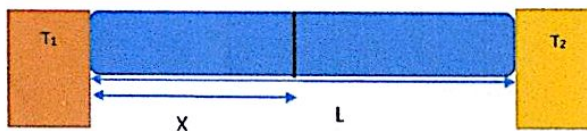
1.1. Матеріальна точка може рухатися в деякому потенціальному полі, яке дозволяє їй рухатися у обмеженому просторі між координатами у діапазоні: $0 \ll x < 2\pi$ таким чином, що її потенційна енергія змінюється за законом: $U(x) = e^x \sin x$. Знайдіть положення рівноваги точки та проаналізуйте на стійкість.

1.2. На діелектричний горизонтальний поверхні розташовані дві однакові маленькі кульки з зарядами $+q_1 = 1 \text{ мКл}$ та $q_2 = -1 \text{ мКл}$. Кульки знаходяться у стані рівноваги, при чому позитивна кулька приєднана до вертикальної стіни непровідною пружиною жорсткістю 9 кН/м , а негативна до підлоги (див.рис). Знайти відстань між кульками X у стані рівноваги, якщо довжина пружини у недеформованому стані $0,5 \text{ м}$, а відстань від негативної кульки до стіни 5 м . Поляризаційними ефектами та тертям знехтувати.



1.3. З рідини з коефіцієнтом поверхневого натягу σ і масою M , видують бульбашку. Визначити радіус цього бульбашки у стані рівноваги, якщо під час створення він отримав заряд Q , рівномірно розподілений по його поверхні. Вважаючи цей стан рівноваги стійким, знайти період малих ізотермічних коливань цього бульбашки, якщо під час коливань він залишається сферичним. Для спрощення, масою, тиском та енергією повітря зовні та в середині бульбашки знехтувати.

1.4. Між двома тепловими резервуарами, в яких підтримуються температури $T_1 = 900 \text{ К}$ та $T_2 = 400 \text{ К}$, затиснутий циліндричний балон з ідеальним газом, що поділений на дві частини (по 1 моль газу з кожного боку) рухливим, легким, герметичним поршнем дуже великої теплопровідності. Визначити розташування поршня X та його температуру в усталеному режимі. Вважати бічну поверхню циліндру теплоізоляованою, а його торці такими, що мають температуру резервуарів. Довжина балону $L = 1 \text{ м}$.

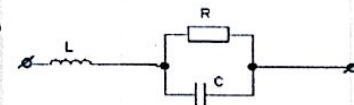


1.5. Із жерла вулкана на висоті 500 м відбувається короткий викид вулканічних газів, які містять три основні компоненти (за кількістю молекул: водяної пари $61,5\%$, вуглекислого газу $33,5\%$, сірчастого газу $\text{SO}_2 - 5\%$). Вуглекислий газ можна розглядати як триатомний, процес підйому вважайте адіабатним. Через певний час ці газі суцільним потоком (не розділюючись на окремі компоненти) починають поширюватися горизонтально на висоті 2500 м . Температура атмосферного повітря поблизу поверхні землі дорівнює 25°C і внаслідок підйому на кожні 100 м збільшується на один градус. Поясніть це явище та оцініть температуру вулканічних газів на виході з жерла вулкана. Уважайте, що конденсація водяної пари практично не відбувається.

2. Існують же такі «нагрівачі»!

2.1. Нагрівач (металевий циліндричний провід) з активним опором R_0 за температури навколишнього середовища 0°C вмикують разом з ідеальними котушкою L та конденсатором C , так як показано на рисунку. Всю схему під'єднують до мережі змінної синусоїдальної напруги U та достатньо

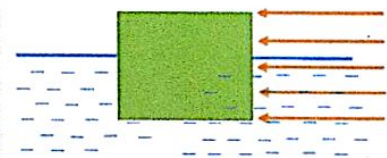
великої за значенням частоти $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$.



Знайти температуру нагрівача в робочому режимі.

Вважати температуру навколишнього середовища незмінною і рівною 0°C , потужність загальних теплових втрат нагрівача прямо пропорційною до різниці температур між нагрівачем та навколишнім середовищем з коефіцієнтом пропорційності κ , а температурний коефіцієнт опору матеріалу нагрівача рівним α .

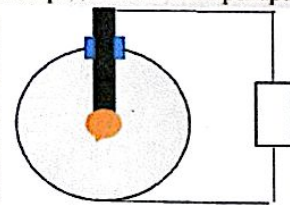
2.2. У великій посудині з водою плаває куб з ребром



а. Температура куба, води і повітря дорівнює 0°C і на протязі всього часу досліду залишається незмінною. З метою розплавити куб, на одну з його сторін перпендикулярно до неї (горизонтально) спрямовують випромінювання, внаслідок чого куб починає танути з боку спрямованого на нього випромінювання з постійною невеликою швидкістю $V(\text{м/с})$. Через деякий час, внаслідок флуктуацій куб втрачає рівновагу та перевертається (у площині малюнка). Вважаючи, що всі оберт куб робить майже миттєво, визначте: 1) через який час розтане половина маси кубу? 2) через який час куб цілком розтане? Густина льоду $895,3 \text{ кг/м}^3$, густина води 1000 кг/м^3 , температура плавлення льоду 0°C .

2.3. Електрична батарейка сконструйована за допомогою β -радіоактивного препарату тритію. Батарейка складається з металеві сфери, провідного стержня, який ізолюваний від сфери та на кінці якого безпосередньо у центрі сфери знаходиться радіоактивний препарат.

Щосекунди проходить $\nu = 5 \cdot 10^{18}$ актів розпаду. Енергія випромінених електронів рівномірно розподілена в діапазоні значень від $W_{\min} = 12 \text{ кеВ}$ до $W_{\max} = 16 \text{ кеВ}$. Побудувати вольт-амперну характеристику цієї батарейки та вказати значення всіх характерних точок на ній. Яка кількість теплоти виділиться на реостаті, який був під'єднаний до цієї батарейки, якщо його опір протягом 1 хв рівномірно збільшився з часом від 10 кОм до 20 кОм ?



2.4. Обмотка соленоїду розташована на скляній вертикальній пробірці з дистильованою водою. Довжина соленоїда 15 см , висота стовпчика води 30 см . Діаметр пробірки 1 см , кількість витків 4000 . Вода у пробірці повністю теплоізолювана від обмотки соленоїду. Температура води 20°C , атмосферний тиск 100 кПа . Магнітна сприйнятливості води:

$$\chi = \mu - 1 = -9,0 \cdot 10^{-6}, \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м}.$$

Струм у соленоїді поступово збільшують, доки вода у частині пробірки, що тримають обмотку не починає скипати. Визначити, за якого приблизного значення сили струму може початися таке кипіння?

