

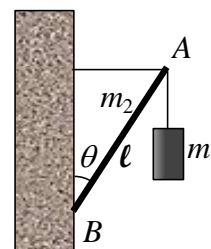
МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА

Областен кръг на олимпиадата по физика, 15.02.2025 г.

Тема за 6. състезателна група (учебно съдържание за 12. клас)

Задача 1. Окачване на фенер

Градински фенер с маса $m_1 = 2 \text{ kg}$ е монтиран към стената на къща по начина, показан на фиг. 1. Фенерът виси на лека нишка, закачена към края A на еднородна пръчка с дължина $\ell = 0,5 \text{ m}$ и маса $m_2 = 1 \text{ kg}$, наклонена по ъгъл θ спрямо стената на къщата. Край B на пръчката се опира на стената, без да е закрепен за нея. За да бъде пръчката в равновесие, край A е прикрепен към стената с лека хоризонтална нишка. Приемете, че земното ускорение е $g = 10 \text{ m/s}^2$.



Фиг. 1

а) Направете чертеж, на който да изобразите всички сили, действащи на пръчката в съответните им приложни точки. (1,0 т)

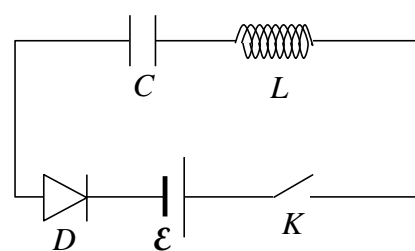
б) Получете израз за силата T на опън на хоризонталната нишка посредством дадените в условието величини. (4,0 т)

в) Получете израз за минималния коефициент на триене k_{\min} между пръчката и стената, така че долният край на пръчката да не се хлъзга. (3,0 т)

г) Нека предположим, че хоризонталната нишка може да издържи максимална сила на опън $T_{\max} = 100 \text{ N}$ и коефициентът на триене между пръчката и стената е $k = 0,6$. Определете интервала от ъгли θ , за които системата е в равновесие. (2,0 т)

Задача 2. Зареждане на кондензатор

На фиг. 2 е дадена схема на електрическа верига, с чиято помощ кондензатор може да бъде зареден до напрежение, по-голямо от напрежението на източника. Тя се състои от батерия с постоянно ЕДН $\mathcal{E} = 9,0 \text{ V}$, ключ K , намотка с индуктивност $L = 6,0 \text{ mH}$, кондензатор с капацитет $C = 15 \mu\text{F}$ и диод D , който не позволява на кондензатора да се разрези, след като достигне максималния си заряд. Съпротивлението на ключа, на намотката и на съединителните проводници се пренебрегва.



Фиг. 2

Диодът е идеален, т.е. има нулево съпротивление в права посока и безкрайно съпротивление – в обратна посока. Първоначално ключът е отворен, а кондензаторът – напълно разрези. След затваряне на ключа, кондензаторът започва да се зарежда.

а) Нека q е зарядът, натрупан върху кондензатора в момент, преди кондензаторът да се зареди до максималното си напрежение. Получете израз за електричната потенциална енергия W_e на кондензатора в този момент. (2,5 т)

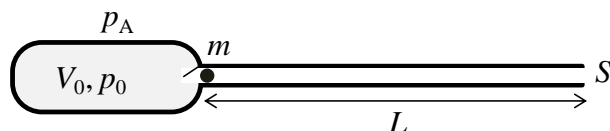
б) Получете израз за енергията W_m на магнитното поле в намотката и за тока I , който тече във веригата в този момент. (4,0 т)

в) Колко е максималният ток I_{\max} , който протича във веригата, докато се зарежда кондензаторът? (1,5 т)

г) До какво максимално напрежение U_{\max} се зарежда кондензаторът? (2,0 т)

Задача 3. Пневматична пушка

На фиг. 3 е показана принципната схема на пневматичната пушка. Състои се от цилиндрична цев с площ на канала $S = 3 \text{ mm}^2$, съединена с резервоар с обем $V_0 = 5 \text{ cm}^3$, който е пълен със сгъстен въздух под налягане $p_0 = 2,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.



Фиг. 3

Другият край на канала на цевта е отворен към външния въздух, който се намира при нормално атмосферно налягане $p_A = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. В канала на цевта, непосредствено след резервоара се намира оловна сачма с маса $m = 50 \text{ mg}$. Тя се изстрелва, след като клапанът, затварящ резервоара със сгъстен въздух, бъде отворен при натискане на спусъка на пушката. Можете да приемете, че:

- Въздухът е идеален газ с моларен топлинен капацитет при постоянен обем $C_V = \frac{5}{2}R$.
- Резервоарът и цевта не провеждат топлина.
- Сачмата затваря плътно отвора на цевта, т.е. не пропуска въздух, и се движи в канала без триене.

а) Какъв вид термодинамичен процес – изобарен, изохорен, изотермен или адиабатен протича при разширяването на въздуха в цевта по време на изстрела? Дайте кратка обосновка (1–2 изречения) на вашия отговор. (1,0 т)

б) Дължината на цевта се подбира така, че сачмата да излезе от отвора с максимална възможна скорост. Колко е налягането на въздуха в цевта, когато сачмата достига максималната си скорост? (1,0 т)

в) Колко е дължината L на цевта? (5,0 т)

В следващите подточки не е нужно да запишете аналитичен (буквен) израз за търсената величина, а единствено да получите чрез аргументирани пресмятания числената ѝ стойност.

г) Колко е работата A' , която извършва въздухът в цевта, докато сачмата достигне края на цевта? (1,5 т)

д) С каква скорост v сачмата излиза от цевта? (1,5 т)