

НАЦИОНАЛНО ПРОЛЕТНО СЪСТЕЗАНИЕ ПО ФИЗИКА

Ковачевци, 21 – 23.03.2003 г.

СПЕЦИАЛНА ТЕМА

Задача 1. Триенето между повърхностите на реалните тела се характеризира с два коефициента на триене: μ_s – коефициент на статично триене и μ_k – коефициент на кинетично триене. Коефициентът на статично триене определя максималната сила на триене между двете тела, когато те са в покой едно спрямо друго: $f_{\max} = \mu_s N$, където N е силата на нормална реакция. Коефициентът на кинетично триене определя силата на триене, когато телата се хлъзгат едно спрямо друго: $f = \mu_k N$. По правило $\mu_s > \mu_k$, т. е. когато телата започнат да се хлъзгат едно спрямо друго силата на триене рязко намалява от $f_{\max}$ до f .

Трупче с маса $m = 2,0 \text{ kg}$ е закрепено към пружина с коефициент на еластичност $k = 40 \text{ N/m}$. Трупчето се намира върху гумена лента, която се движи с постоянна скорост $u = 0,5 \text{ m/s}$. Коефициентът на статично триене между трупчето и лентата е $\mu_s = 0,8$, а коефициентът на кинетично триене – $\mu_k = 0,4$. Приемете, че земното ускоерение е $g = 10 \text{ m/s}^2$.

а) В началния момент пружината е недеформирана ($x = 0$) и на трупчето е придадена начална скорост $v_0 = u$ в посоката на движение на лентата.

- При какво разтягане x_1 на пружината трупчето ще започне да се хлъзга спрямо лентата? (2 т)

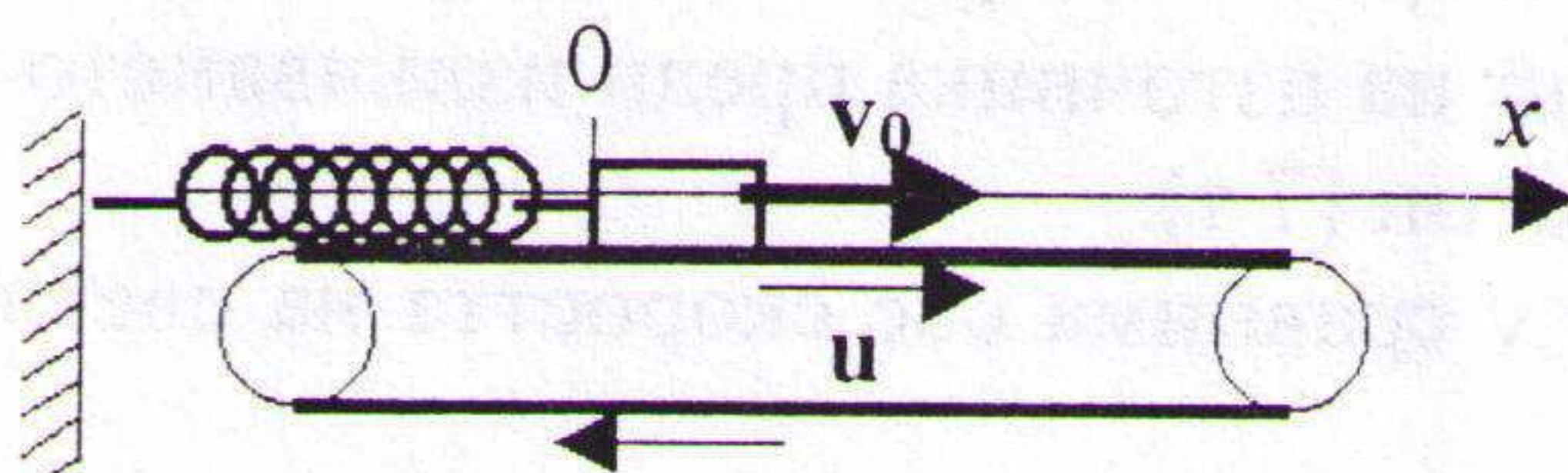
- Намерете максималното разтягане $x_{\max}$ на пружината? (4 т)

б) Движението на трупчето представлява сложно незатихващо трептене.

- Намерете амплитудата A на трептенето. (3 т)

- Проследете качествено един пълен период на трептенето, като определите какви видове движения извършва трупчето в рамките на периода. Пресметнете периода T на трептенето. (4 т)

- Изобразете графично (качествено) закона за движение на трупчето. (2 т)



Задача 2. Според един прост модел за електрическото съпротивление, когато свободен електрон се движи спрямо кристалната решетка на метала със скорост $\vec{v}$, върху него действа сила на съпротивление $\vec{f} = -\gamma\vec{v}$. При дадена температура коефициентът γ зависи единствено от вида на метала.

а) Изразете коефициента γ чрез концентрацията на свободните електрони n (броя на свободните електрони в единица обем), специфичното съпротивление на метала ρ и елементарния електричен заряд e . (5 т)

б) Пресметнете числено коефициента γ за мед, като приемете, че всеки атом мед отдава един свободен електрон. (4 т)

в) Дълъг, праволинеен меден проводник с радиус на напречното сечение $r = 1 \text{ cm}$ се движи с постоянно ускорение $a = 200 \text{ m/s}^2$, насочено успоредно на оста на проводника. Намерете индукцията на магнитното поле върху повърхността на проводника. (6 т)

Данни:

- моларна маса на медта $M = 0,064 \text{ kg/mol}$;
- число на Авогадро $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$;

- специфично съпротивление на медта $\rho = 1,68 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$;
- плътност на медта $d = 8,9 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$;
- елементарен електричен заряд $e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$;
- маса на електрона $m_e = 9,10 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$;
- магнитна константа $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$.

Задача 3. С един mol идеален газ, чийто показател на адиабатата е γ , се извършва цикличен процес. Той се състои от изотермно разширение (1-2), изобарно свиване (2-3) и адиабатно свиване (3-1). Началната температура на газа е T_0 , а началният му обем – V_0 . Максималният обем, който достига газът, е 3 пъти по-голям от началния му обем.

- Начертайте на pV - диаграма графиката на цикличния процес (3 т);
- Определете минималната температура на газа (4 т);
- Намерете КПД η на топлинния двигател, работещ по описания цикъл. Направете числена оценка за едноатомен идеален газ (6 т);
- Пресметнете максимално възможния КПД η_{max} на топлинен двигател, работещ при същите минимална и максимална температури, както в описания цикъл. Направете числена оценка за едноатомен идеален газ (2 т).

Упътване: Работата, която извършва идеален газ при изотермно разширение от обем $V_{\text{нач}}$ до обем $V_{\text{кр}}$ е $A = RT \ln(V_{\text{кр}}/V_{\text{нач}})$.

Задача 4. Свободно движещ се светлинен източник излъчва в посока, сключваща ъгъл θ , с първоначалната му посока на движение. Лъчението се регистрира от неподвижен приемник. Да се определи честотата ν , която регистрира приемника, ако е известно, че когато източникът е неподвижно закрепен, излъчва на честота ν_0 . Решете задачата като приложите квантовия модел за светлината в два случая:

- Източникът с маса M се движи със скорост v много по-малка от скоростта на светлината c . При излъчването на един фотон вътрешната енергия на източника намалява с $h\nu_0$. Приемете, че импулсът на източника преди излъчването е много по-голям от импулса на излъчения фотон (7 т).
- Източникът се движи със скорост v сравнима със скоростта на светлината c . Приемете, че $h\nu_0 \ll Mc^2$ (8 т).