

20

РЕГИОНАЛНО СЪСТЕЗАНИЕ ПО ФИЗИКА
БУРГАС
23.03.2002 г.
ТЕМА ПО ПРОГРАМАТА НА МОФ

Задача 1. Катер (фиг. 1) използва следния принцип за придвижване. Турбина изпомпва вода от езерото и я изхвърля назад, в хоризонтална посока, през тръба с площ на напречното сечение $S = 0,01 \text{ m}^2$. Възникващата реактивна сила тласка катера напред.

- а) Получете израз за масата μ на водата, изхвърлена от тръбата за единица време, ако скоростта на изхвърлената вода спрямо катера е u , а плътността на водата – ρ ($\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$).
- б) Върху катера действа сила на съпротивление $F = kv^2$, където v е скоростта на катера, а $k = 20 \text{ kg/m}$ е коефициент на пропорционалност. С каква скорост u спрямо катера трябва да се изхвърля водата през тръбата така, че катерът да се движи със скорост $v = 10 \text{ m/s}$?
- в) Каква е минималната мощност на двигателя при тази скорост на катера?

Задача 2. Топлинен двигател извършва равновесен цикличен процес, изобразен на фиг. 2. Работното вещество на двигателя е 1 mol идеален едноатомен газ.

- а) Изразете максималната и минималната температури на работното вещество чрез p_0 и V_0 .
- б) Намерете КПД на двигателя.
- в) Какъв би бил КПД на двигател работещ по цикъла на Карно при същите максимална и минимална температури?

Задача 3. Две успоредни метални релси, разположени на разстояние $l = 0,1 \text{ m}$ една от друга, са наклонени под ъгъл $\alpha = 30^\circ$ спрямо хоризонта (вж. фиг. 3). Релсите се намират в еднородно магнитно поле с индукция $B = 0,10 \text{ T}$, насочено вертикално нагоре. Към горните краища на релсите е свързана намотка с индуктивност $L = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ H}$. По релсите започва да се хлъзга без триене метална жичка PQ с маса $m = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$. Жичката, релсите и намотката образуват затворена електрическа верига с пренебрежимо малко съпротивление.

- а) В началния момент жичката се намира в горния край на релсите ($x = 0$) с нулева начална скорост. Получете израз за големината на електричния ток, който протича във веригата като функция на преместването x на жичката. В каква посока, от т. P към т. Q или от т. Q към т. P , тече токът през жичката?
- б) На какво максимално разстояние x_{max} ще се отдалечи жичката от своето начално положение?
- в) Движението на жичката по релсите представлява хармонично трептене. Намерете неговата амплитуда A и период T .

Приемете, че ускорението на свободно падане е $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

Задача 4. На фиг. 4 е представена експериментално установената зависимост на скоростта u на вълните върху водната повърхност от дължината на вълната λ . Дълбочината на съда h е много по-голяма от λ .

- а) В съда е потопен вибратор, който трепти с честота $\nu = 5 \text{ Hz}$. Намерете дължината на вълната, породена от трептенето на вибратора. Оценете грешката на вашето пресмятане.

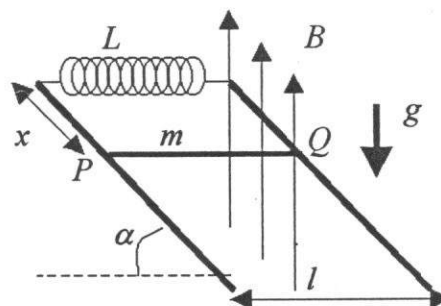
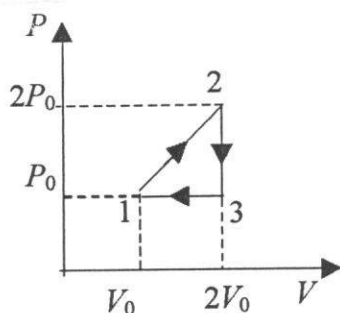
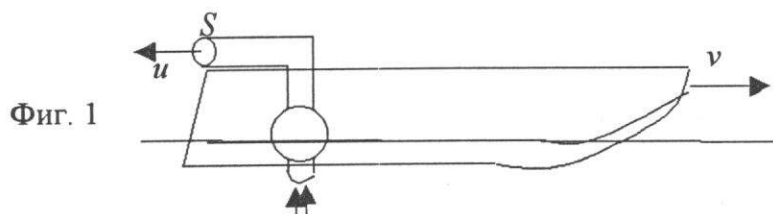
б) Теоретичните разглеждания показват, че при $\lambda \geq 5$ cm, скоростта на вълните по повърхността на водата би могла да зависи само от три параметъра: дължината на вълната, плътността на течността ρ и земното ускорение g . В този случай функционалната зависимост има следния вид:

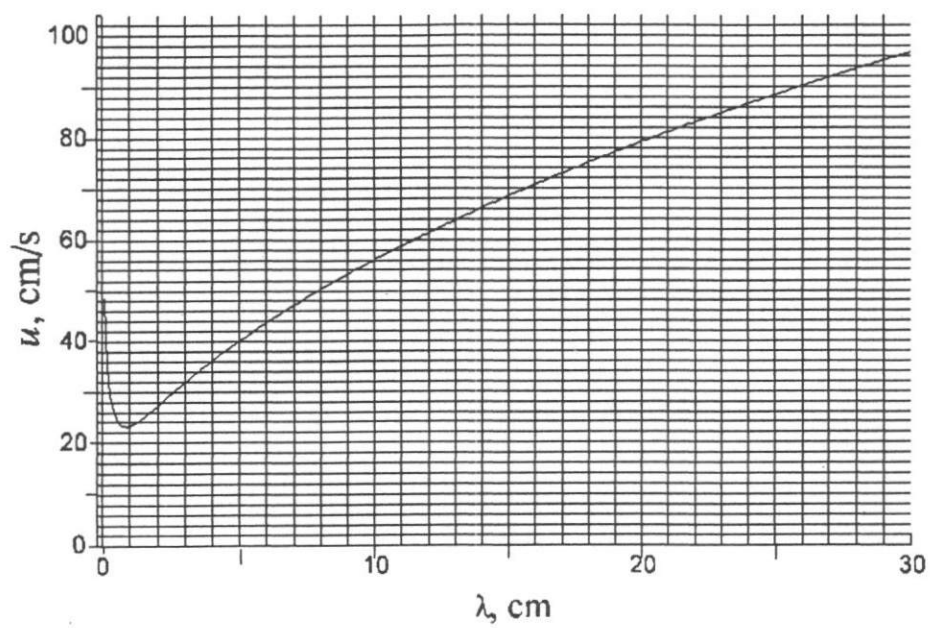
$$u = C\lambda^p \rho^q g^r,$$

където C е безразмерна константа, а p , q и r са неизвестни степенни показатели. Като използвате факта, че размерностите на двете страни в уравнението са еднакви, намерете степенните показатели p , q и r .

в) Като използвате експерименталните данни от фиг. 4, постройте върху приложената милиметрова скала (под фиг. 4) подходяща графика, с която да докажете получената от вас степенна зависимост на u от λ . Намерете също така стойността на константата C . Приемете, че земното ускорение е $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

Указание: Ако решението налага, можете да извършвате графични построения директно върху фиг. 4. Милиметровата скала е предназначена за да представите решението на т. в). Допълнителна милиметрова хартия няма да бъде раздавана. След като завършите работа, предайте листа, на който се намират фиг. 4 и милиметровата скала.





Фиг. 4

