

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
НАЦИОНАЛНО ЕСЕННО СЪСТЕЗАНИЕ ПО ФИЗИКА

17–19 ноември 2023 г. – гр. Копривщица
Тема за XII клас (шеста състезателна група)

Задача 1. Зависимостта на показателя на пречупване n от дължината на вълната λ с добра точност се описва от формулата на Коши:

$$n(\lambda) = A + B/\lambda^2, \quad (1.1)$$

където A и B могат да се получат чрез обработка на експериментални данни. В таблицата вдясно има измерени стойности на показателя на пречупване на бариево стъкло (N-BAF10) за различни дължини на вълната.

№	λ , nm	n
1	404.7	1.695
2	435.8	1.688
3	486.1	1.680
4	546.1	1.673
5	589.3	1.670
6	656.3	1.666
7	706.5	1.663
8	852.1	1.658

1.1. Използвайте формулата на Коши – (1.1) и получите подходяща линейна зависимост, от която да може да се определят A и B . (1 т.)

1.2. Направете таблица, в която да попълните стойностите за променливите от подусловие **1.1.** и начертайте получената зависимост на предоставения лист хартия. Стойностите в таблицата трябва да са закръглени, така че да отговарят на точността, която може да получите от графиката. (5 т.)

1.3. Като използвате линейната графика от подусловие **1.2.** пресметнете A и B . Опишете как сте получили съответните стойности. (4 т.)

Задача 2. Единият край на тръба с вътрешен диаметър d е запушен, а другият ѝ край е затворен с гумена тапа. Диаметърът на тапата, когато тя е извън тръбата, е D ($D > d$). Дължината на тръбата е L , а тази на тапата l ($L \gg l$). Нека означим с $\Delta D/D$ относителната деформация на тапата, където ΔD е изменението на диаметъра на тапата когато тя е деформирана, за да влезе в тръбата. Да въведем и величината нормално еластично напрежение τ , като нормалната сила, действаща на единица площ. Известно е, че относителната деформация е пропорционална на нормално еластично напрежение:

$$\Delta D/D = -\alpha\tau, \quad (2.1)$$

където α е известна константа характерна за материала, който деформираме (в случая гума).

Тапата може да изхвърчи от тръбата, ако разликата в наляганията от двете ѝ страни е по-голяма от някаква известна критична стойност, $p_{кр}$. Коефициентът на триене между гумата и тръбата е μ .

2.1. До каква температура трябва да се нагрее въздухът в тръбата, така че тапата да започне да се движи, ако преди нагряването въздухът затворен в тръбата е при атмосферно налягане p_0 и температура T_0 ? (3 т.)

2.2. Много бавно започваме да бутаме тапата навътре в тръбата. Какво е максималното разстояние L_1 , на което може да набутаме тапата, така че тя да остане неподвижна след като престанем да я бутаме? Първоначално въздухът, затворен в тръбата, е при атмосферно налягане p_0 и температура T_0 . (3 т.)

2.3. Изразете критичното налягане $p_{кр}$, чрез величините, дадени в условието на задачата. (4 т.)

Задача 3. Хоманова траектория е елиптична траектория, по която космически апарат може да премине от една кръгова орбита до друга с минимално изменение на импулса на апарата. В най-простия случай траекторията е полуелипса, която е допирателна към кръговите орбити в своя апоцентър и перицентър. Двигателите на апарата трябва да бъдат включени само в допирните точки на отделните траектории, като трябва да променят скоростта на апарата с точно определена стойност. Нека разгледаме преминаването на спътник от ниска околоземна орбита с радиус r_1 в геостационарна орбита с радиус r_2 , като това става по описания по-горе начин. Изразете скоростта на спътника по елиптичната траектория, като функция на радиуса r и голямата ѝ полуос. (6 т.) Определете изменението на скоростите в двете допирни точки на траекториите – Δv_a и Δv_p , (4 т.)

Указания: в този опростен модел предполагаме, че всички орбити лежат в една равнина, както и че промяната на скоростта в следствие на работата на двигателите става за много кратко време. Може да приемете, че потенциалната енергия на спътника в гравитационното поле на Земята е $E_{гг} = -\gamma Mm/r$, където M е масата на Земята, m масата на спътника, r е разстоянието между центъра на Земята и спътника, а γ е гравитационната константа.

