

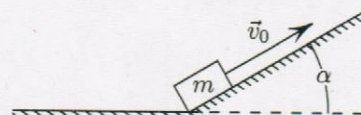
МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА НАЦИОНАЛНО ЕСЕННО СЪСТЕЗАНИЕ ПО ФИЗИКА

17–19 ноември 2017 г., гр. Варна

Тема за 11.–12. клас, пета състезателна група

Задача 1. Тяло по наклонена равнина

Тяло с маса m се движи нагоре по наклонена равнина с ъгъл на наклона α (началното положение на тялото е показано на Фигура 1). Началната скорост на тялото е v_0 , а коефициентът на триене между тялото и равнината (и наклонената, и хоризонталната ѝ част) е μ ($\mu < \tan \alpha$).



Фигура 1

За следващите четири подусловия разгледайте движението на тялото по наклонената равнина и определете:

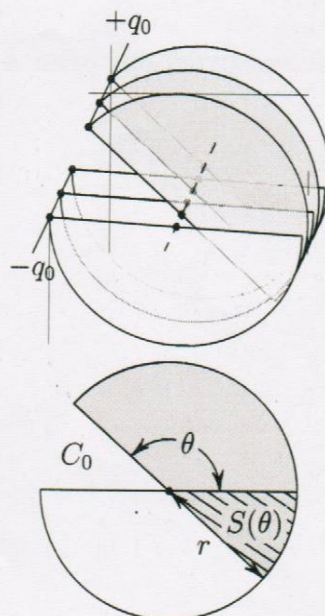
- 1.1. ускорението a на тялото като големина и посока, при движението му нагоре и надолу; (2 т.)
- 1.2. координатата x на тялото като функция на времето, при движението му нагоре и надолу; (2 т.)
- 1.3. времето $t_{\text{и}}$, за което тялото ще достигне максимална височина; (2 т.)
- 1.4. максималната височина, h_{max} , на която се издига тялото спрямо началното си положение ($t = 0$). (2 т.)

Приемете, че преходът между наклонената равнина и хоризонталния участък на Фиг. 1 е плавен, т.е. когато тялото преминава през него, се променя само посоката на скоростта му, но не и големината ѝ.

- 1.5. На какво разстояние се намира тялото, спрямо началното си положение ($t = 0$), при окончателното му спиране? (2 т.)

Задача 2. Кондензатор с променлив капацитет

2.1. За промяна на честотата на трептящ кръг в радиотехниката са се използвали кондензатори с променлив капацитет. Промяната на капацитета на такъв кондензатор става, като се промени ефективната площ на плочите на кондензатора. На Фигура 2 е показан кондензатор с променлив капацитет, който се състои от $2N$ на брой еднакви тънки плочи с формата на полукръг с радиус r . Плочите са разделени на два реда, условно бели и сиви, като плочите във всеки ред са свързани с проводници (плътните линии на горната част от Фиг. 2). Разстоянието между две съседни плочи от един ред (например белите) е d . Сивите плочи са поставени точно по средата между белите плочи и могат да се въртят около ос, минаваща през центъра на всеки от полукръговете – пунктираната линия от Фиг. 2. Определете капацитета C на кондензатора като функция на ъгъла на завъртане θ . При $\theta = 0$ капацитетът $C(0) = C_0$ е максимален. (3 т.)



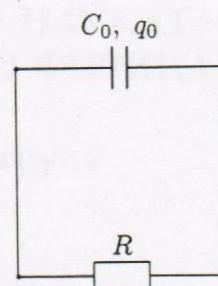
Фигура 2

2.2. Кондензатор с променлив капацитет е успоредно свързан с резистор със съпротивление R – Фигура 3. В началния момент кондензаторът е зареден до заряд q_0 , а капацитетът му е C_0 (кондензаторът от предното подусловие).

2.2.1. С каква ъглова скорост ω трябва да въртим плочите му, така че токът във веригата да остане постоянен? (4 т.)

2.2.2. За колко време τ кондензаторът ще се разрежи напълно? (1,5 т.)

2.2.3. Колко е отделеното количество топлина Q през резистора за това време? (1,5 т.)



Фигура 3

Задача 3. Въздушна пружина

Бутало с маса m може да се движи без триене в дълъг вертикален цилиндър, пълен с газ (Фигура 4). В равновесно положение буталото се намира на височина l_0 от дъното на цилиндъра, както е показано на фигурата.

3.1. Намерете налягането p_1 на газа, когато буталото се намира в равновесно положение. (1,5 т.)

3.2. Определете периода T и кръговата честота ω на малките трептения на буталото около равновесното му положение, ако площта на буталото е S , атмосферното налягане е p_0 , а газът е идеален. Разгледайте два случая:

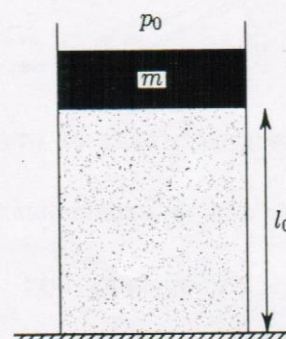
3.2.1. Движението на буталото става много бавно, при което газът не променя температурата си; (4,5 т.)

3.2.2. Движението на буталото става много бързо и газът не обменя топлина с околната среда. В този случай може да разгледате термодинамичен процес, който се описва от уравнението $pV^\gamma = \text{const}$, където $\gamma = \text{const}$. (3,5 т.)

3.3. Разгледайте горните два случая, като не отчитате влиянието на атмосферното налягане. (0,5 т.)

Полезна математика: $(1 + x)^n \approx 1 + nx$, $|x| \ll 1$.

Полезна физика: кръговата честота е $\omega = 2\pi\nu$, където ν е честотата на трептенията.



Фигура 4