

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА

НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКА

НАЦИОНАЛЕН КРЪГ, 3 април 2018 г., Русе

Тема 7. клас (първа състезателна група)

Задача 1. Стъпка по стъпка



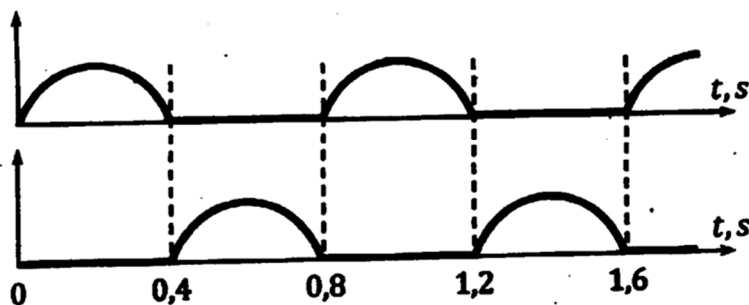
Фиг. 1а



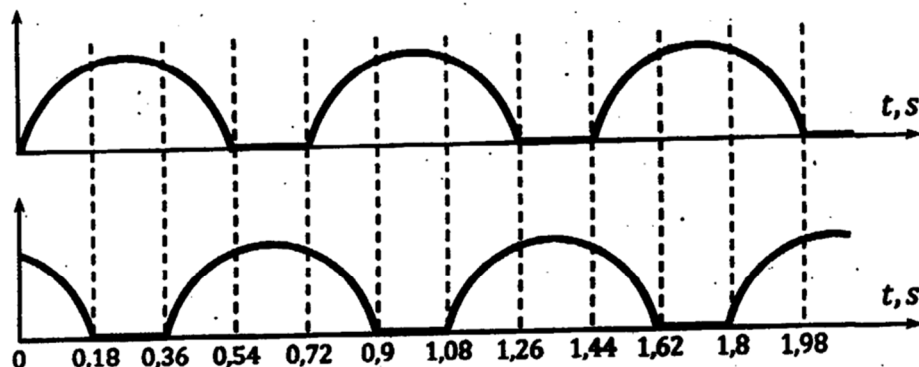
Фиг. 1б

Когато човек върви, във всеки момент едното му стъпало е на земята, а другото описва крива във въздуха, както е показано на фиг. 1а. От друга страна, при бягането се редуват моменти, когато едното стъпало е на земята, а другото – във въздуха, с моменти, когато и двете стъпала са във въздуха (виж фиг. 1б). И при вървенето, и при бягането *дължина на крачката* наричаме разстоянието от мястото, където стъпалото на единия крак се отделя от земята, до мястото, където стъпалото на *същия* крак отново стъпва върху земята. Скоростта, с която човек се придвижва при вървене или бягане, е равна на средната скорост (в хоризонтално направление) на стъпалото му по време на разглежданото движение.

На графиките от фиг. 2а и фиг. 2б е показана височината, до която се вдигат лявото и



Фиг. 2а



Фиг. 2б

дясното стъпало при разглежданите движения. Правите участъци отговарят на времето, през което стъпалото се опира в земята, а закривените участъци – на движението на стъпалата във въздуха. Графиките на фиг. 2а се отнасят за малко дете, а тези на фиг. 2б – за възрастен човек. Използваме следните означения:

$\ell_{\text{в}}$ – дължина на крачката на възрастен при вървене;

$\ell_{\text{д}}$ – дължина на крачката на дете при вървене;

$L_{\text{в}}$ – дължина на крачката на възрастен при бягане;

$L_{\text{д}}$ – дължина на крачката на дете при бягане.

Известни са дължините $\ell_{\text{в}} = 1,6 \text{ m}$, $L_{\text{в}} = 2,9 \text{ m}$ и отношението $\ell_{\text{в}}/\ell_{\text{д}} = L_{\text{в}}/L_{\text{д}} = 2,5$. И при двете движения – вървене и бягане – за единица време детето прави 1,425 пъти *повече* крачки отколкото възрастния. Дължината на стъпалото се пренебрегва.

а) Коя от фигурите (2а или 2б) изобразява вървене и коя – бягане? Обосновете се с не повече от две изречения. [2 т.]

б) Намерете дължините $\ell_{\text{д}}$ и $L_{\text{д}}$. [1 т.]

в) Определете скоростта на вървене $v_{\text{д,ход}}$ на детето и скоростта на бягане $v_{\text{в,бяг}}$ на възрастния. [3 т.]

г) Намерете скоростта на бягане $v_{\text{д,бяг}}$ на детето и скоростта на вървене $v_{\text{в,ход}}$ на възрастния. [4 т.]

Задача 2. Двете части на задачата са независими!

Част А: За да изпълни една своя мисия, на Джеймс Бонд му се налага да виси от гладкия таван на тайна лаборатория, като използва закрепени върху таваното си вакуумни смукала. Тъй като смукалата не са идеални, между всяко от тях и тавана остава малко въздух, чието налягане p_0 е 25 % от атмосферното. Площта на всяко едно смукало е $S = 20 \text{ cm}^2$. Какъв е най-малкият брой смукала, които агентът трябва да използва, така че да се задържи на тавана? Масата на агента е $m = 80 \text{ kg}$, земното ускорение е $g = 10 \text{ N/kg}$, а атмосферното налягане е $p_{\text{атм}} = 10^5 \text{ Pa}$. [7 т.]



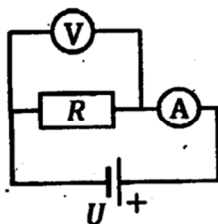
Фиг. 3а



Фиг. 3б

Част Б: Симеон издърпва въже през неподвижна макара, за да издигне люлка, на която седи Божидара, както е показано на фиг. 3а. Ако общото тегло на Божидара и люлката е G , с каква минимална сила F_{min} Симеон трябва да дърпа въжето? В случай, че Божидара иска да се издигне сама, дърпайки въжето (виж фиг. 3б), каква минимална сила F'_{min} е необходимо да приложи? [3 т.]

Задача 3. Загадката на „черните кутии“



Фиг. 4

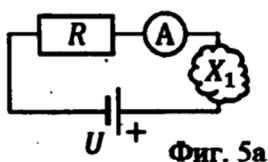
Резистор със съпротивление R , волтметър, амперметър и батерия с напрежение U са свързани по начина, показан на фиг. 4. Показанията на измервателните уреди са: 9 V за волтметъра и $0,9 \text{ A}$ за амперметъра.

а) Намерете стойностите на напрежението U и съпротивлението R . [1 т.]

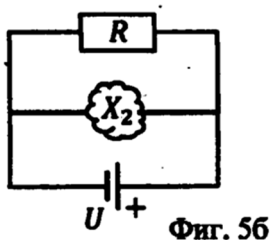
Разполагате също така с пет неизвестни елемента (в неразличими кутии с по два изхода), които ще означим с X_1 , X_2 , X_3 , X_4 и X_5 .

Елементите могат да бъдат резистори или батерии. Сред тях има поне една батерия и поне един резистор. За определянето на вида на неизвестните елементи и стойностите на съответните характеризиращи ги величини (съпротивлението за резистори и напрежението за батерии) са конструирани веригите, показани на фигурите по-долу, където неизвестните елементи са свързани успоредно или последователно на резистора със съпротивление R и батерията с напрежение U .

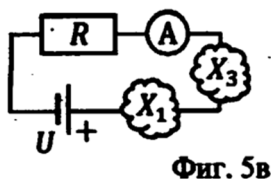
б) Като използвате дадените вдясно от веригите данни, определете вида на неизвестните елементи (X_1, X_2, X_3, X_4, X_5) и техните съпротивления (за резисторите) или напрежения (за батериите). Обосновете се накратко. [9 т.]



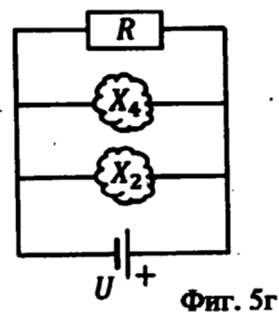
Показанието на амперметъра е 1,35 А.



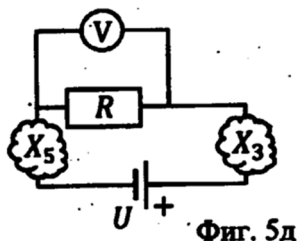
Отделената мощност в цялата верига е 8,1 W.



Показанието на амперметъра е 0,54 А.



Отделената мощност във веригата е 9,6 W.



Показанието на волтметъра е 4,8 V.