

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
НАЦИОНАЛНО ПРОЛЕТНО СЪСТЕЗАНИЕ ПО ФИЗИКА

4 – 6 март 2023 г., Варна

Тема за втора състезателна група (8. клас)

Зад. 1. Електрически градски тротинетки под наем

Кметът на град Еколанд снабдява жителите на града с електрически тротинетки под наем с цел повишаване на чистотата на въздуха. При използване само на предната спирачка тротинетката се движи с отрицателно ускорение a_1 , а при натискане на задната спирачка с ускорение a_2 ($a_1 > a_2$). Предните и задните спирачки могат да се използват съответно за време t_1 и t_2 , но не и едновременно. Жител на града се движи с постоянна скорост v с тротинетка.

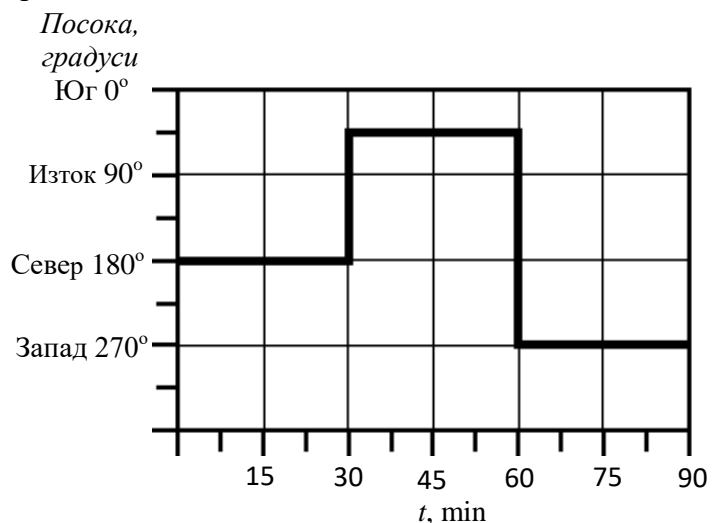
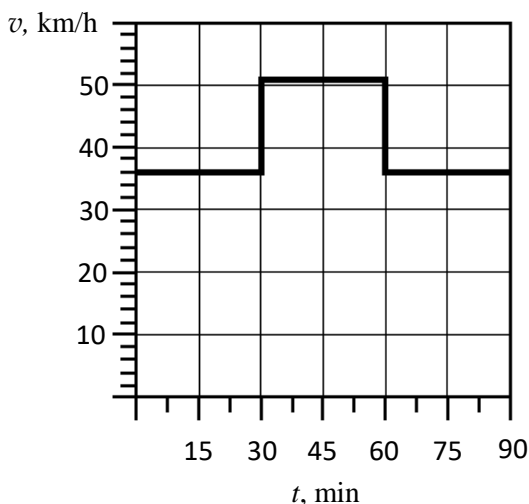
Част 1. Как да спрем с тротинетката?

А) Намерете крайната скорост на тротинетката v_1 , ако се използват само предните спирачки (1 т)

Б) Намерете какъв път ще измине тротинетката d , ако се използват само задните спирачки (1 т)

В) Ако се използват спирачките една след друга за съответните времена t_1 и t_2 ($t = t_1 + t_2$), тротинетката спира. В каква последователност трябва да се използват спирачките (първо предните и после задните или обратно), така че спирачния път да бъде минимален? (5 т)

Част 2. Къде е тротинетката? За да се предпазят тротинетките от кражби кметът на града инсталира в тях проследяващо устройство (GPS система). Проследяващата система показва на две независими графики каква е скоростта на тротинетката с времето и посоката на движението ѝ с времето.



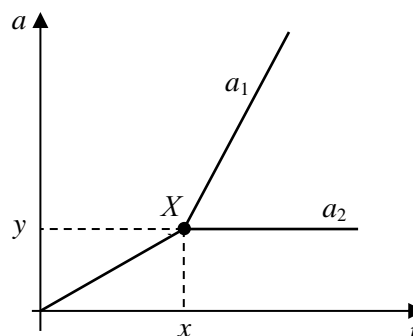
Намерете, с точност до 2 km, къде се намира тротинетката в края на маршрута си. (3 т)

Жокер: Използвайте факта, че $\frac{51}{36} \approx 1,41 \approx \sqrt{2}$. За по-лесна ориентация си направете чертеж с две перпендикулярни прави с посоките изток-запад, север-юг.

Зад. 2. Променлива сила

Дълга дъска с маса M лежи върху гладка хоризонтална маса. Върху дъската е поставено дървено трупче с маса m . Коефициентът на триене между трупчето и дъската е k . Върху трупчето е приложена хоризонтална сила F , която е пропорционална на времето по закона $F = \alpha \cdot t$, където α – коефициент на пропорционалност, t – време.

На графиката е показано как зависят от времето t ускорението на трупчето a_1 и на дъската a_2 .



А) Направете чертеж и отбележете силите, действащи върху трупчето и дъската (**0,5 т**)

Б) Обяснете защо до определен момент t_0 дъската и трупчето имат едно и също ускорение ($a_1 = a_2$). Намерете големината на теглителната сила F_0 в момента t_0 (**3 т**)

В) Намерете как зависят от времето t ускоренията на дъската a_1 и трупчето a_2 до момента t_0 (**2,5 т**)

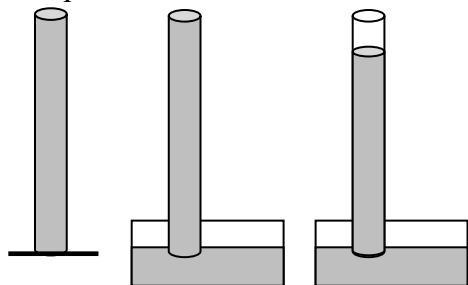
Г) Намерете как зависят от времето t ускоренията на дъската a_1 и трупчето a_2 след момента t_0 (**3 т**)

Д) намерете координатите на точка X (вж графиката) (**1 т**)

Зад. 3. Равновесие, течности и теглилки

Част 1. Еванджелиста Торичели през 1643 г. изобретява първият живачен барометър.

Торичели взема тънка стъклена епруветка, с дължина 10 cm. Напълва я с живак, затваря с тапа отворения край и я обръща с отвора надолу (вж Стъпка 1). След това леко потапя тръбата в отворен широк съд с живак и премахва тапата (Стъпка 2). Част от живака изтича от тръбата, като остава празно пространство между живака и горното дъно на епруветката, наречено „вакуум на Торичели“ (Стъпка 3).



Стъпка 1

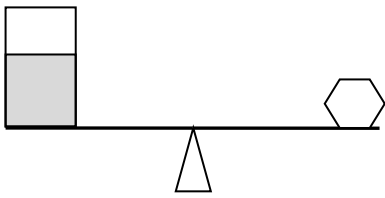
Стъпка 2

Стъпка 3

Намерете височината на живачния стълб в

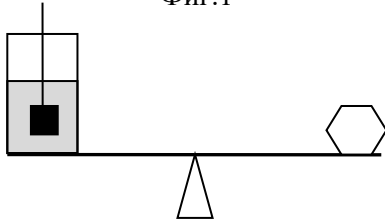
милиметри (mm) в епруветката, ако атмосферното налягане е $p_0 = 101\,300$ Pa, плътността на живака е $\rho = 13\,500$ kg/m³, земното ускорение е $g = 9,81$ m/s². (**1 т**)

Част 2.



Фиг. 1

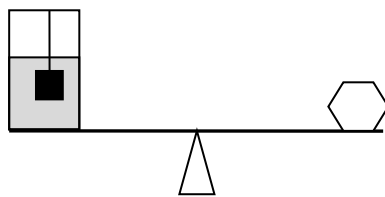
Везна, представляваща двустранен лост, се намира в равновесие. В лявото блюдо се намира висок и широк съд с вода ($\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$), а в дясното – теглилка (Фиг. 1). Следващите подусловия са свързани помежду си.



Фиг. 2

А) В каква посока ще се наруши равновесието, ако в течността се потопи стоманена тежест, завързана за нишка (Фиг. 2)? Нишката се държи с ръка и тежестта не допира дъното на съда. Плътност на стоманата $\rho_1 = 7800 \text{ kg/m}^3$. (1 т)

Б) С колко Δm трябва да се промени (увеличи, намали) масата на теглилката в дясното блюдо, така че да се възстанови равновесието на везната от А)? Размерите на тежестта са: дължина $a = 5 \text{ cm}$, ширина $b = 6 \text{ cm}$, височина са $c = 8 \text{ cm}$. (1,5 т)



Фиг. 3

В) Как ще се промени отговора в подусловие Б), ако нишката на стоманената тежест не се държи с ръка, а се завърже за ръба на съда (Фиг. 3)? (1,5 т)

Г) Стоманената тежест в лявото блюдо се намира на дълбочина $h = 15 \text{ cm}$. Каква работа A ще се извърши при равномерно издигане на тежестта на височина $H = 25 \text{ cm}$ над течността? Да се пренебрегне влиянието на силата на съпротивление. (4 т)

Д) Намерете с колко се е изменила потенциалната енергия $\Delta E_{\text{рв}}$ на водата при изваждането на стоманената тежест от обема ѝ. Да се пренебрегне влиянието на силата на съпротивление. (1 т)