

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО, МЛАДЕЖТА И НАУКАТА
Олимпиада по физика, Национален кръг, Плевен, 1 май 2010 г.
Тема за 8 клас

Задача 1. Метро.

Подземна железница (метро) има 14 станции, разположени на равни разстояния една от друга. Общата дължина на трасето е 17 875 m. Всяка мотриса (влак) има маса 47 000 kg и 4 еднакви електродвигателя, които се захранват с напрежение 825 V. Тя се движи от първата до последната станция общо за време 22,5 min по следния начин: тръгвайки от всяка станция, тя се ускорява с ускорение a , докато достигне максималната си скорост $V_{\max} = 90 \text{ km/h}$. След това се движи равномерно, а приближавайки следващата станция, се движи равнозакъснително със същото ускорение a . Спирайки на следващата станция, тя стои 15 s, след което отново ускорява с ускорение a и така нататък. През всяка спирка мотрисите се движат през интервал от 5 min.

- а) Каква е средната скорост $v_{\text{ср}}$ на движение на мотрисите между първата и последната спирка? [0,5 т.]
- б) Колко е разстоянието L между две съседни станции? [0,5 т.]
- в) Колко е времето на движение $T_{\text{движ}}$ между две станции? [1 т.]
- г) Колко е времето $T_{\text{уск}}$, за което мотрисата от покой достига максималната си скорост? [2 т.]
- д) Колко е ускорението a ? [0,5 т.]
- е) Колко е дълъг спирачния път $L_{\text{спир}}$ на мотрисата? [0,5 т.]
- ж) Колко е кинетичната енергия $E_{\text{кин}}$ на мотрисата, когато се движи с максималната си скорост? [0,5 т.]
- з) Каква средна мощност P трябва да има всеки електродвигател на мотрисата, за да осигури нейното ускорително движение? [1 т.]
- и) Какъв среден ток I консумира всеки електродвигател на мотрисата по време на нейното ускорително движение? [0,5 т.]
- к) Ако на всяка крайна спирка машинистът почива 7,5 min, колко мотриси са необходими за осъществяване на разписанието? [1 т.]
- л) в момента, когато една мотриса тръгва от начална станция, къде се намират и как се движат останалите мотриси? [1,5 т.]
- м) има ли станция, на която за известно време два насрещни влака да са в покой? [0,5 т.]

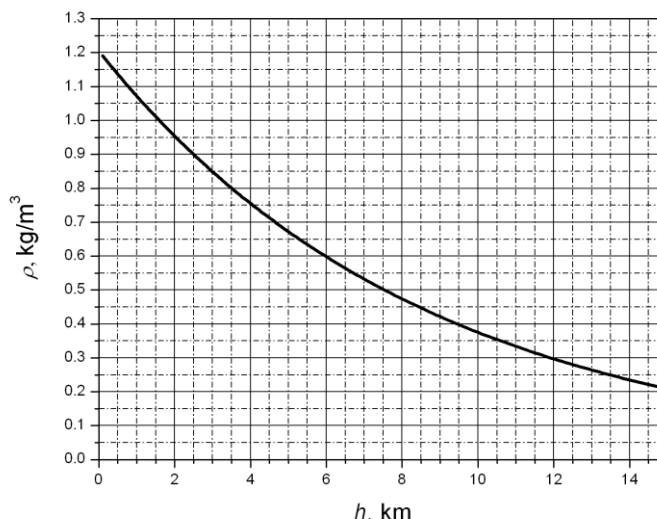
Задача 2. Балони с хелий.

Балони от здрава неразтеглива гумирана материя с форма на кълбо и с различни радиуси се пълнят с хелий. Плътността на хелия вътре в балоните е $\rho_{\text{He}} = 0,1664 \text{ kg/m}^3$, плътността на въздуха е $\rho_{\text{air}} = 1,205 \text{ kg/m}^3$. Гумираната материя има дебелина $d = 1 \text{ mm}$ и плътност $\rho_{\text{гум}} = 1039 \text{ kg/m}^3$.

- а) Какъв трябва да е радиусът $R_{\min}$ на балона за да бъде в равновесие, когато е оставен във въздуха. Намерете формула за $R_{\min}$ [2 т.] и го изчислете [0,5 т.].
- б) Изчислете масата m_0 на гумираната материя на балона с радиус $R_{\min}$ [1 т.].
- в) Какво ще се случва с балоните с радиуси, по-големи от $R_{\min}$ и тези с радиуси, по-малки от $R_{\min}$, когато се оставят във въздуха [0,5 т.].
- г) Нека на балон с радиус R като се окачи допълнителна тежест с маса m , да е в равновесие. Намерете формула за зависимостта на масата m от радиуса R [1,5 т.]. Приведете тази формула във вид, в който фигурират отношенията $R/R_{\min}$ и m/m_0 [1 т.].

Изчислете отношението m/m_0 , ако отношението $R/R_{\min}$ е съответно равно на 2, 3, 4 и 5 [1 т.]. (Архимедовата сила, действаща на допълнителната тежест, се пренебрегва)

д) Нека балон с радиус $N.R_{\min}$ ($N > 1$) и без допълнителна тежест е изпуснат във въздуха. Известно е, че плътността на въздуха зависи от височината h по начин, представен на фигурата. Приемете, че обемът на балона е постоянен без значение на каква височина се намира. Намерете на каква височина h_0 ще се издигне балонът, ако $N = 2$? Първо намерете формула за плътността $\rho_{\text{air}}(h)$ на въздуха на тази височина и след това използвайте графиката. [2,5 т.]



Задача 3. Нагрети топчета върху лед.

Железни топчета с различни радиуси r , намиращи се в съд с кипяща вода, се изваждат от съда и веднага се поставят върху хоризонталната повърхност на масивен къс лед с температура 0°C . Поради факта, че топчетата разтапят леда под тях, те започват да потъват в леда. Плътността на желязото е $\rho_{\text{Fe}} = 7,9 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, плътността на леда е $\rho_{\text{ice}} = 0,9 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, специфичния топлинен капацитет на желязото е $c_{\text{Fe}} = 475 \text{ J/kg.K}$, а специфичната топлина на топене на леда е $\lambda = 3,34 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$. Приемете, че цялата топлина, отделена от едно топче, отива само за разтапяне на леда точно под него.

а) Намерете цялото количество топлина Q_{Fe} , която едно топче може да отдели [2 т.].

б) Ако приемете, че топчето разтапя лед с форма на цилиндър с радиус r (равен на радиуса на топчето) и височина h плюс половин кълбо с радиус r , намерете формула за височината h [3 т.].

в) На каква дълбочина H топчето ще се премести надолу в леда? [1 т.] Как тя зависи от радиуса на топчето? [1 т.]

г) Изчислете дълбочината H за топче с радиус $r = 1 \text{ cm}$ [3 т.].
Потенциалната енергия на топчето се пренебрегва.

Полезна математика:

Площ на сфера с радиус r : $S = 4\pi r^2$

Обем на кълбо с радиус r : $V = \frac{4}{3}\pi r^3$

Обем на тънък сферичен слой с радиус r и дебелина d ($d \ll r$): $V = 4\pi r^2 d$

Обем на цилиндър с радиус r и височина h : $V = \pi r^2 h$