

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО, МЛАДЕЖТА И НАУКАТА
Национално есенно състезание по физика, Варна, 31 октомври 2009 г.
Тема за 9 клас

Задача 1. Изпреварване на автомобил.

- а) Автомобил може да се движи с максимално ускорение a_M като тогава от покой достига скорост $v_0 = 108 \text{ km/h}$ за време $t_0 = 10 \text{ s}$. Колко е ускорението a_M на автомобила? [1.5 т]
- б) Какъв път s ще измине автомобилът, достигайки скоростта v_0 ? [1.5 т]
- в) Автомобилът застига друг автомобил, който се движи със скорост $v_1 = 72 \text{ km/h}$. Преди да започне да го изпреварва, той се движи със същата скорост и спазва дистанция $d = 7 \text{ m}$. По време на изпреварването автомобилът се движи с максималното ускорение a_M и изпреварването завършва, когато дистанцията между двата автомобила отново стане $d = 7 \text{ m}$. Автомобилите са еднакви и дължината на всеки един от тях е $l = 5 \text{ m}$. Намерете формула и изчислете времето T на изпреварване [3 т].
- г) Каква е скоростта v_2 на автомобила в края на изпреварването? [1 т]
- д) Какво разстояние L изминава изпреварващият автомобил по време изпреварването? [1 т]
- е) Автомобилът, движейки се със скорост $v_0 = 108 \text{ km/h}$, рязко спира, в резултат на което се нагрива само спирачната система. Масата M на целия автомобил е 1200 kg , а масата m на спирачната система (направена от стомана) е 20 kg . Специфичният топлинен капацитет c на стоманата е $500 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$. С колко градуса Δt ще се повиши температурата на спирачките? [2 т]

Задача 2. Спиртомер.

Водата има плътност $\rho_B = 1,00 \text{ g/cm}^3$, а етанолът (етилов алкохол) – $\rho_E = 0,80 \text{ g/cm}^3$. Като смесим обем V_B вода с обем V_E етанол се получава разтвор с обем $V_P = V_B + V_E$ и обемна концентрация

$$x = \frac{V_E}{V_E + V_B}.$$

- а) Намерете зависимостта на плътността ρ_P на разтвора от x , ρ_B и ρ_E . [1 т]
- б) Нека прибор за измерване на концентрацията x да бъде цилиндър с дължина H , сечение S и плътност ρ_M . Цилиндърът се потапя вертикално в разтвора до положение на равновесие като от него над течността остава да стърчи част с дължина h . Как ще зависи h от H , x , ρ_M , ρ_B и ρ_E ? [2 т]
- в) Намерете h в двата частни случая: $h(0), x = 0$ (чиста вода) и $h(1), x = 1$ (чист етанол). [1 т]
- г) За фиксирана дължина H на цилиндъра може да се подбере материал с такава оптимална плътност ρ_{opt} , че “скалата” върху цилиндъра за измерване на x да заема най-голяма част от нея, т.е. числото $\varepsilon = \frac{h(1) - h(0)}{H}$ да е най-голямо. Колко трябва да е ρ_{opt} тогава? [2 т] А числото ε ? [1 т]
- д) Ако трябва да градуирате скалата на така оптимизирания спиртомер с плътност ρ_{opt} и дължина $H = 20 \text{ cm}$, ще трябва на някои дължини h да нанесете съответните концентрации x . Направете таблица, в която изчислите h с точност до 1 mm за $x = 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8$ и 1.0 [2 т]
- е) ако h може да се измерва с точност 1 mm , с каква точност този спиртомер ще може да мери концентрацията x . [1 т]

Плътността на въздуха се пренебрегва.

Задача 3. КПД на автомобил.

Когато автомобил се движи със скорост $v = 108 \text{ km/h}$, изразходва гориво $r = 10 \text{ l}$ (литра) на 100 km и двигателят му има мощност $P = 30 \text{ kW}$. Плътността на горивото е $\rho = 800 \text{ kg/m}^3$, а топлината му на изгаряне е $q = 5 \cdot 10^7 \text{ J/kg}$. Намерете:

- а) работата A , която извършва двигателят при изминаването на 100 km от автомобила [4 т];
- б) топлината Q , която се отделя при изгарянето на горивото за 100 km [4 т];
- в) коефициента η на полезно действие (КПД) на двигателя в този режим на работа [2 т].