

Задача 1. Разход на гориво

Разходът на гориво от лек автомобил зависи от скоростта му. За определен автомобил разходът при движение със скорост 50 km/h е 4 литра гориво на 100 km , а при скорост 130 km/h – 8 литра на 100 km . Резервоарът за гориво на автомобила побира 40 литра.



а) Индикаторът за гориво е оформен като стрелка, която може да опише ъгъл от 120° (12 деления) между пълен догоре и празен резервоар. Оп-

ределете скоростта на стрелката (в градуси/час или деления/час), когато лекият автомобил се движи със скорости 50 km/h и 130 km/h . (5 т.)

б) Нека съпротивителната сила на въздуха зависи от квадрата на скоростта на автомобила. Колко ще бъде разходът на гориво на автомобила, ако се движи със скорост 90 km/h ? С каква скорост ще се движи стрелката на индикатора за гориво? (5 т.)

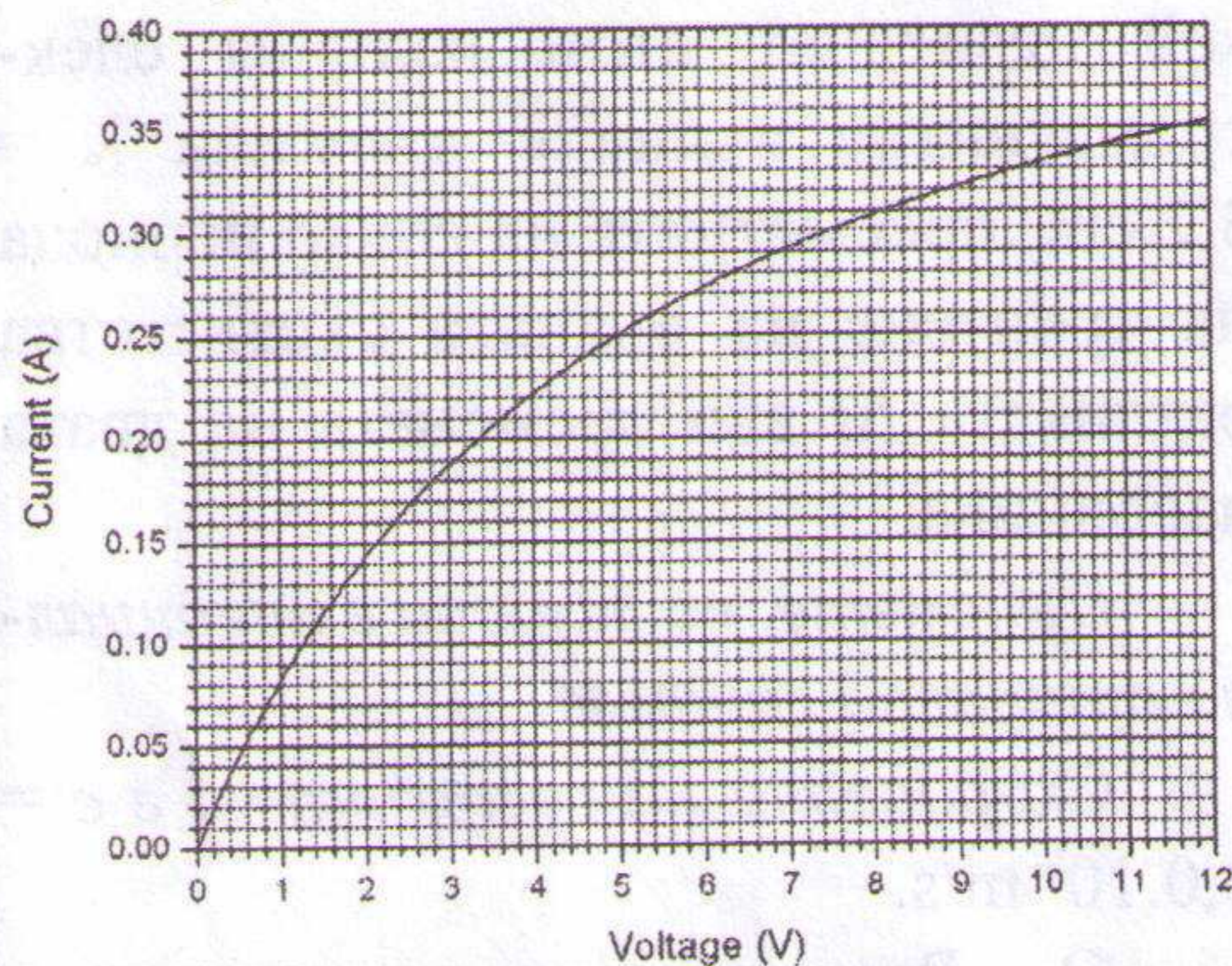
в) Оценете разхода на гориво, когато двигателят работи на място? (5 т.)

Задача 2. Нелинейно съпротивление

Част 1.

Електрическа верига се състои от батерия с електродвижещо напре-

жение $E = 12,0 \text{ V}$ и с пренебрежимо вътрешно съпротивление, и два резистора, включени последователно. Единият има съпротивление R_0 , а другият не се подчинява на закона на Ом. Волтамперната характеристика на втория резистор е дадена на фигурата по-долу.



а) Каква трябва да бъде стойността на R_0 , за да тече във веригата ток $I_0 = 0,25 \text{ A}$. (3 т.)

б) Каква ще бъде стойността на тока I_2 във веригата, ако $R_0 = 60 \Omega$. Колко е напрежението U_2 върху втория (нелинейния) резистор? (4 т.)

Част 2.

На друг резистор електричното съпротивление зависи от температурата му така: $R(t) = R_0(1 + \alpha t)$, където $R_0 = 100 \Omega$, $\alpha = \frac{1}{300} \text{ K}^{-1}$, а t се мери в $^\circ\text{C}$. Разсеяното количество топлина в околната среда за единица време от резистора е пропорционално на разликата в температурите на резистора и околната среда, т.е. $\frac{\Delta Q}{\Delta \tau} = \beta(t - t_0)$, където $\beta = 2,00 \cdot 10^{-2} \text{ W/K}$, а температурата на околната среда е $t_0 = 20,0 \text{ }^\circ\text{C}$. На резистора се подава постоянно напрежение $E = 12,0 \text{ V}$.

а) Намерете формула и изчислете

каква температура t ще има съпротивлението след достатъчно дълго време. (4 т.)

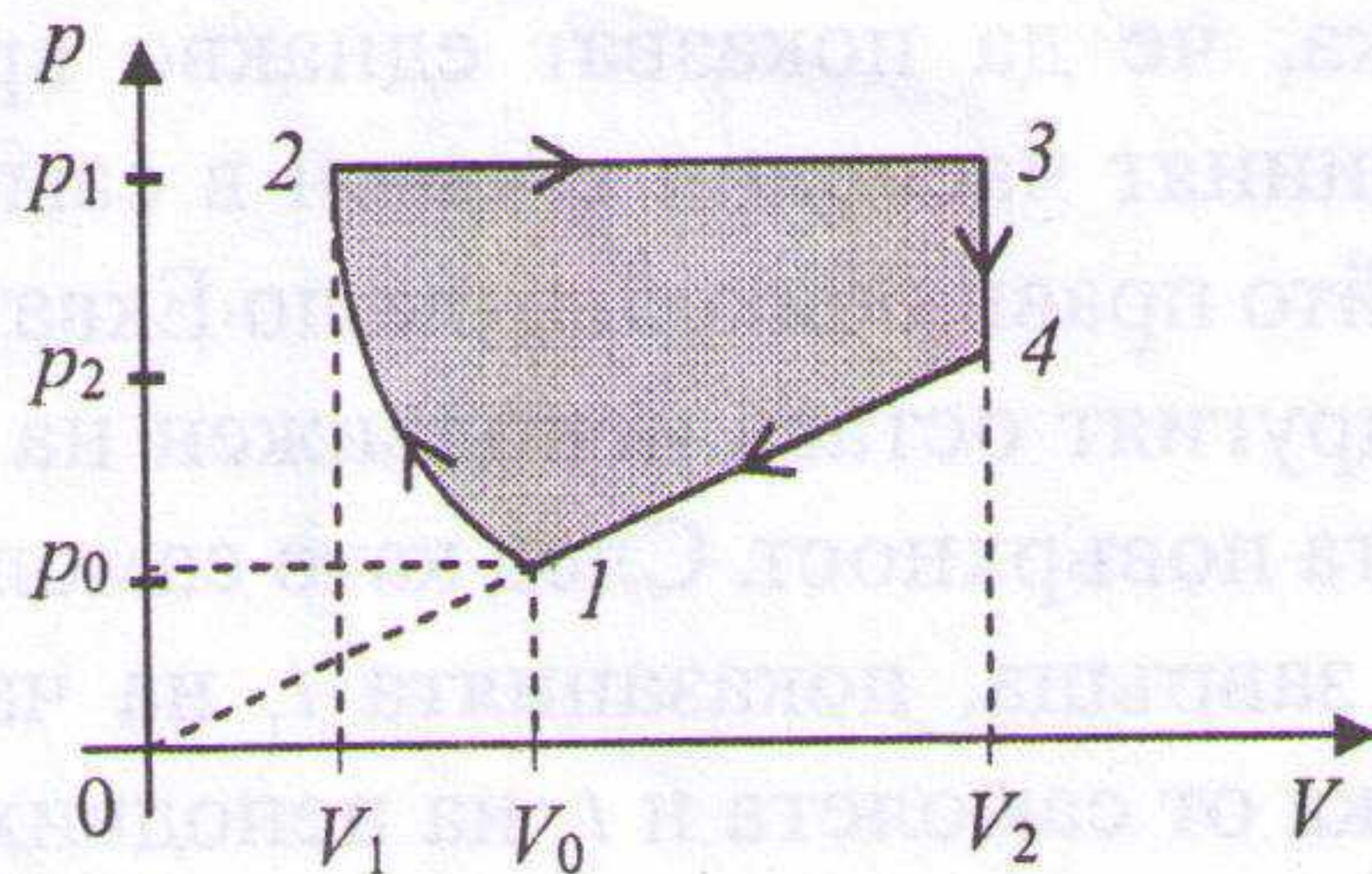
б) Ако ни интересува как зависи съпротивлението на резистора от приложеното му напрежение и една приближена формула при малки напрежения е $R(U) = A + BU^2$, изчислете стойностите на коефициентите A и B . (4 т.)

Полезна математика:

$$(1 + x)^n \approx 1 + nx, \text{ ако } x \ll 1.$$

Задача 3. Термодинамика на цикличен процес

На фигурата е показан цикличен процес, който се използва в топлинен двигател. Работното вещество е газообразен хелий, който може да се разглежда като идеален газ. Цикълът включва следните процеси: адиабатен 1–2, изобарен 2–3, изохорен 3–4 и процеса 4–1. Налягането $p_0 = 1 \text{ atm}$, а обемът $V_0 = 0,5 \text{ l}$. Отношението на обемите е $\varepsilon = \frac{V_0}{V_1} = 2$, $\omega = \frac{V_2}{V_0} = 2$.



а) Намерете налягането p_1 , при което протича изобарният процес и крайното налягане p_2 на газа в изохорния процес. (2 т.)

б) Определете работата A , която извършва двигателят за един цикъл. (8 т.)

в) Намерете неговия КПД η . (1 т.)

г) Цикличният процес 1-4-3-2-1 може да се използва в топлинна машина, която работи или като хладилник, или като топлинна помпа. В случай на хладилник ефективността ϕ се определя по отищата топлина от охладеното тяло за един цикъл и работата, извършена от външен източник. В случай на топлинна помпа ефективността ψ се определя по отидадената топлина на нагряваното тяло за един цикъл и работата, извършена от външен източник. Определете коефициентите на ефективност ϕ и ψ .

(4 т.)

Задача 4. Релативистки свят

Задачата се състои от две независими части.

а) Относителност на времето

(6 т.)

През 1971 г. е проведен следният експеримент за проверка на ефектите на специалната теория на относителността. Два цезиеви атомни часовника са синхронизирани помежду си така, че да показват еднакво време. Единият часовник е качен в самолет, който прави обиколка около Екватора, а другият остава неподвижен на земната повърхност. След като самолетът се завръща, показанията t_1 на часовника от самолета и t_2 на неподвижния часовник се сравняват.

– Кой от часовниците показва по-голямо време?

– Получете израз за разликата Δt в показанията на двата часовника чрез

скоростта v на самолета, обиколката L на Екватора и скоростта c на светлината.

– Получете приблизителен израз за Δt , като вземете предвид, че $v/c \ll 1$. Пресметнете Δt при $v = 300 \text{ m/s}$ и $L = 42\,000 \text{ km}$.

– Като имате предвид, че в покой цезиевият атом излъчва електромагнитна вълна с дължина $\lambda = 3,2 \text{ cm}$, пресметнете на колко периода на трептене на вълната съответства разликата Δt във времената на двата часовника.

Приемете, че Земята е инерциална отправна система.

Скоростта на светлината е $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.

б) Релативистки нееластичен удар (9 т.)

Частица с маса в покой m_1 , която се движи със скорост v_0 , се удря в неподвижна частица с маса m_2 . Двете частици се сливат и образуват една нова частица.

– Колко е скоростта v на новата частица?

– Колко е масата в покой m на новата частица?

– Сравнете m със сумарната маса в покой $m_1 + m_2$ на двете частици преди удара. Обяснете накратко защо $m \neq m_1 + m_2$.

– Разгледайте случая $v/c \ll 1$ и получите приблизителни изрази за скоростта v на новата частица и за разликата в масите $\Delta m = m - (m_1 + m_2)$.