

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО, МЛАДЕЖТА И НАУКАТА
Олимпиада по физика, Национален кръг, Плевен, 2 май 2010 г.
Тема за 10-12 клас

Задача 1. Падащ космически кораб

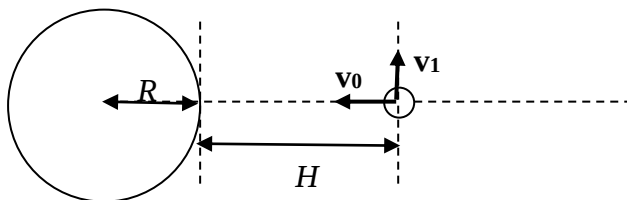
Космически кораб с повредени двигатели започва да пада свободно към центъра на планета с маса M и радиус R . Началната скорост на кораба е нулева, а началното му разстояние до планетата е безкрайно голямо. На височина H над повърхността на планетата екипажът успява да пусне двигателите.

а) Получете израз за скоростта v_0 на кораба на тази височина. [1 т]

Веднага след включване на двигателите на кораба е придадена допълнителна скорост v_1 в направление, перпендикулярно на посоката на падане (вж. Фиг. 1).

б) Получете израз за минималната скорост v_1 , достатъчна, за да бъде избегнат удар с планетата. [3 т]

в) Каква ще бъде траекторията на кораба след придаване на допълнителната скорост – елипса, парабола или хипербола? Обосновайте отговора си. [1 т]



Фиг. 1

Задача 2. Хладилник

В хладилник се поставя един mol вода (H_2O), който се охлажда от температура $t_1 = 27^\circ C$ до температура $t_0 = 0^\circ C$ и замръзва изцяло. Цялото количество топлина, отделено при работата на хладилника, се предава на друг mol вода (H_2O) с начална температура $t_1 = 27^\circ C$, който се нагрява до температура $t_2 = 100^\circ C$. Хладилникът работи с максималната теоретически допустима ефективност (общата ентропия на двата мола вода не се изменя).

а) Каква маса m вода се е превърнала в пара при температура $100^\circ C$? [3 т]

б) Каква работа A е извършил хладилникът? [2 т]

Полезни данни:

Специфичен топлинен капацитет на водата $c = 4,20 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$

Специфична топлина на топене на леда $\lambda = 333 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$

Специфична топлина на изпарение при температура на кипене $r = 2,26 \cdot 10^3 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$

Полезна формула: $\int_a^b \frac{dx}{x} = \ln \frac{b}{a}$

Задача 3. Заземяване.

Два еднакви проводника с форма на кълбо с радиус a са закопани в земята на дълбочина $H \gg a$. Разстоянието между техните центрове е L , като $L \gg a$ и $L \ll H$. Приема се, че земята е слабопроводяща среда със специфично съпротивление ρ и относителна диелектрична проникваемост ε . Намерете:

а) капацитета C между двете проводящи кълба. [2,5 т]

б) съпротивлението R на земята между двете проводящи кълба. Използвайте закона на Ом в т.нар. “диференциална форма”: $j = \frac{E}{\rho}$, където j е плътността на тока

(вектор с големина равна на големината на тока, разделена на сечението и посока – посоката на тока), е E е интензитетът на електричното поле в същата точка [2 т]

в) Как зависи съпротивлението R на земята от разстоянието L ? [0,5 т]



Задача 4. Ин и Ян – хармония на противоположните [5 т]

Върху фотокатод с отделителна работа 1,8 eV пада електромагнитна вълна, интензитетът на електричното поле на която се изменя с течение на времето t по закона:

а) $E = E_0 \sin \omega t$;

б) $E = E_0(1 + \cos 4\omega t) \sin \omega t$.

И в двата случая $\omega = 7,6 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1}$.

За двата вида вълни отговорете на въпросите:

1. Ще се наблюдава ли фотоефект?

2. Зависи ли отговорът на първия въпрос от амплитудата E_0 на интензитета?

3. Ако се наблюдава фотоефект, колко електронволта е максималната кинетична енергия на фотоелектроните?

Полезни константи и тъждества:

заряд на електрона $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

константа на Планк $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$

$$\sin(\alpha + \beta) = \sin \alpha \cos \beta + \cos \alpha \sin \beta$$

$$\sin(\alpha - \beta) = \sin \alpha \cos \beta - \cos \alpha \sin \beta$$