



OLIMPIADA NAȚIONALĂ INTERDISCIPLINARĂ
„ȘTIINȚELE PĂMÂNTULUI”
ETAPA JUDEȚEANĂ
12.03.2022

FIZICĂ
SUBIECTE

Problema A – Homo Cosmicus - Anul 2100

20 puncte

Oamenii călătoresc în mod obișnuit în spațiul cosmic cu nave bazate pe tehnologii inovative. O problemă importantă a călătoriilor cosmice este imponderabilitatea, care creează probleme astronauților. O soluție găsită de către constructorii navelor cosmice este următoarea:

Sfera gravitațională – (o structură - planetă artificială, imaginară care constă dintr-un nucleu solid sferic inclus într-o sferă protectoare construită concentric cu nucleul) această navă are toate cele necesare unei călătorii cosmice pentru o durată mare, are mijloacele de propulsie și cele necesare supraviețuirii echipajului.

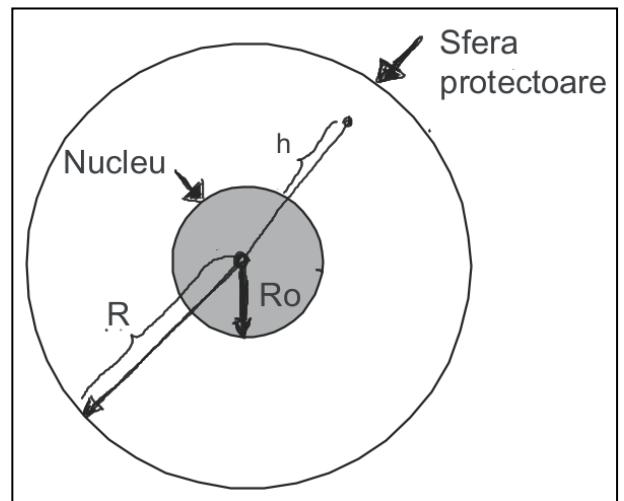
Nucleul sferic ce are raza R_0 este realizat din **Superhassio** (un material artificial ipotetic cu densitate ρ de n ori mai mare decât densitatea ρ_p medie a Pământului). Pe suprafața acestui nucleu, pe care o considerăm suprafața planetei artificiale, se construiește toată infrastructura navei. În jurul nucleului este sfera protectoare de rază R construită din materiale care pot proteja echipajul și viața din interiorul navei. Accelerația la suprafața planetei Pământ este notată cu g_0 , raza Pământului R_p , iar densitatea lui medie, cu ρ_p .

Se cunosc: accelerația gravitațională la suprafața Pământului $g_0=10 \text{ m/s}^2$, raza Pământului $R_p=6400 \text{ km}$ și densitatea lui medie $\rho_p=5500 \text{ kg/m}^3$, $n=200$, $R_0=6,4 \text{ km}$, $R=32 \text{ km}$.

Se știe că expresia modulului accelerației gravitaționale la o distanță r de centrul planetei este de forma $g = K \frac{M}{r^2}$ pentru orice punct deasupra solului planetei, unde M este masa planetei. Volumul sferei în funcție de raza R a ei este $V = \frac{4\pi R^3}{3}$.

a) Stabilește expresia literală a accelerației gravitaționale g_0 la suprafața nucleului - planetei artificiale, în funcție de K (constanta gravitațională), R_0 (raza planetei) și densitatea ρ a planetei și apoi **calculează** valoarea acestei accelerații, știind g_0 , R_p , R_0 , n .

b) Stabilește dependența accelerației gravitaționale, de altitudine (înălțimea h față de solul planetei). **Exprimă** accelerația la o anumită altitudine h , în funcție de g_0 , R_0 și h . **Calculează** valoarea vitezei maxime cu care un astronaut sportiv poate alerga în siguranță pe exteriorul sferei protectoare de rază R , pe un cerc mare al sferei și timpul în care ar parcurge sfera exterioară cu această viteză, pe un cerc mare al sferei.





c) **Calculează** altitudinea maximă verticală ce poate fi atinsă de un săritor în înălțime, dacă își imprimă o viteză pe verticala locului la sol, având valoarea $v_0=20$ m/s.

Atenție! Pe o astfel de planetă, cu aceste dimensiuni mici, câmpul gravitațional al planetei este neuniform, dar ca orice câmp gravitațional și acesta este conservativ, iar expresia energiei mecanice a unui corp de masă m aflat în mișcare în câmpul gravitațional este de forma $E = E_c + E_p$, unde energia cinetică a corpului este $E_c = \frac{m \cdot v^2}{2}$, iar energia potențială este $E_p = -K \frac{M \cdot m}{r}$, în punctele câmpului gravitațional deasupra solului planetei artificiale – pentru orice $r > R$, de forma $r = R + h$, unde h este altitudinea față de solul planetei, M este masa planetei, iar m este masa corpului aflat în câmpul gravitațional al planetei.

d) Știind că perioada unui pendul gravitațional are expresia $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$, **determină** lungimea pendulului gravitațional care bate secunda la solul aceste planete, folosind aproximația $\pi^2 \approx 10$.

Problema B – *Homo Imponderabilis* - Anul 2022

Stația Spațială Internațională este o structură experimentală construită și operată, în colaborare, de cinci agenții spațiale, cu scopul de a studia efectele microgravitației, precum și condițiile de menținere a vieții în spațiu. Ea se află pe o orbită terestră joasă, la o altitudine de circa 400 km și poate fi văzută cu ochiul liber de pe Pământ. În acest scop există diverse aplicații pentru telefoanele inteligente care indică poziția în timp real a stației. Din anul 2000 stația este locuită permanent de câțiva astronauți de diverse naționalități, care se schimbă la câteva luni.

5 puncte



Cunoscând masa Pământului $M_p=6 \cdot 10^{24}$ kg, raza Pământului $R_p=6400$ km, constanta atracției universale $K=6,67 \cdot 10^{-11}$ N·m²/kg², perioada de rotație a stației spațiale $T=90$ min, accelerația gravitațională la suprafața Pământului $g_0=9,8$ m/s² și presupunând orbita stației ca fiind circulară:

a) **Determină** valoarea accelerației gravitaționale la altitudinea la care se află Stația Spațială Internațională, exprimată în m/s².

b) **Argumentează** de ce astronauții și obiectele din interiorul stației se află în stare de imponderabilitate.

c) **Calculează**, în km/h, valoarea vitezei stației pe orbita presupusă circulară.

d) **Stabilește** câte răsărituri și apusuri pot vedea într-o zi astronauții de la bordul Stației Spațiale Internaționale.