

IIASS
International Institute for Advanced Scientific Studies
And
Dipartimento di Fisica “E.R. Caianiello”, Università degli Studi di Salerno
Premio Eduardo R. Caianiello
Prova del 27 febbraio 2015

Problema n°1

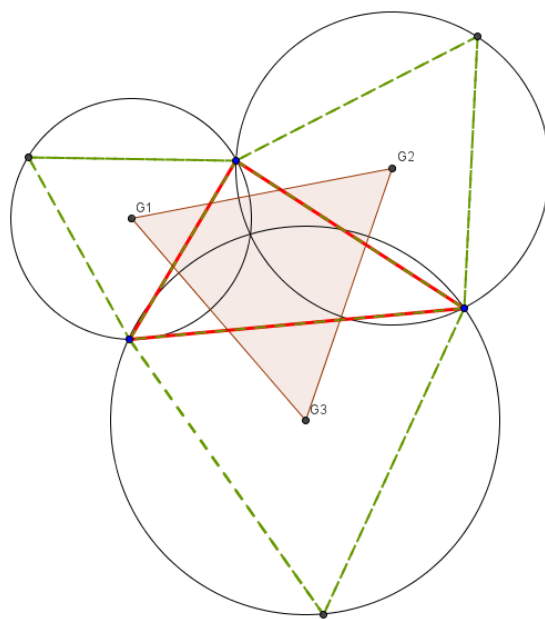
Una classe formata da 15 alunni ha partecipato ad un concorso di matematica vincendo il primo premio. Riscossa la vincita, gli alunni si accorgono che dividendola per 15 rimane un resto di €14. Si osserva inoltre che, se fossero stati 14 alunni il resto sarebbe stato di €13 e così via. Pertanto, il resto risultava sempre di un'unità inferiore al numero degli alunni. Qual è l'importo del premio?

Problema n°2

Forse non tutti sanno che l'imperatore Napoleone Bonaparte era molto appassionato di matematica. Quando invase l'Italia settentrionale, nel 1796, conobbe il matematico Lorenzo Mascheroni e rimase incuriosito dalle sue costruzioni con compasso in cui divenne, si dice, grande esperto. Si ritiene che sia attribuibile proprio a Napoleone il seguente teorema, di cui si chiede una plausibile dimostrazione:

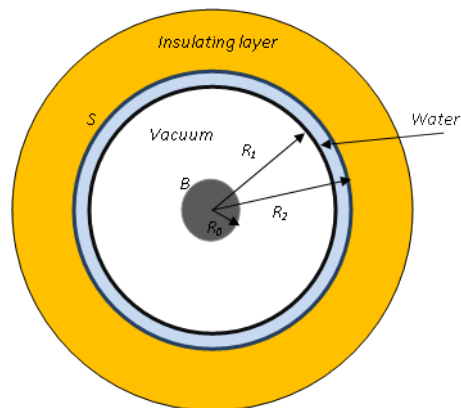
“Dato un triangolo qualsiasi e, costruito su ciascun lato un triangolo equilatero, il triangolo ottenuto congiungendo i loro baricentri è esso stesso equilatero”.

Uno dei modi di dimostrare il teorema è quello di considerare le circonferenze circoscritte ai tre triangoli equilateri, così come in figura ... ma puoi seguire anche altre strade



Problema n°3

The Stefan-Boltzmann law states that the power per unit surface area emitted by a black body (an idealized body that absorbs all incident electromagnetic radiation) is proportional to the fourth power of the absolute temperature T , the constant of proportionality being $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$. This law was deduced by Stefan in the XIX century. It allowed Stefan himself to estimate the temperature of the Sun's surface to be $T_S = 5700 \text{ K}$. From the website of NASA (<http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/sunfact.html>) we may nowadays retrieve a more accurate estimate of T_S ; namely, 5778 K. The Stefan-Boltzmann law is also named after Boltzmann, who derived it by means of a thermodynamic analysis in 1884.




In order to see how these idealized systems work, let us imagine that a control device keeps a spherical black body B of radius $R_0 = 10.0 \text{ cm}$ at a fixed temperature $T_B = 520 \text{ K}$. A spherical shell S , concentric to B , consists of a thin perfectly absorbing inner surface of radius $R_1 = 30.0 \text{ cm}$ and a thin perfectly reflecting outer surface of radius $R_2 = 32.0 \text{ cm}$, as shown in the figure. Vacuum is present in between the black body and the spherical shell in the


region $R_0 < r < R_1$, where r is a radial distance from the center of B . Water, initially at temperature $T_0 = 290$ K, fills the region inside the spherical shell ($R_1 < r < R_2$). Finally, a thick insulating layer encloses the whole system.

- Calculate the power output P_B of the blackbody by Stefan-Boltzmann law.
- In the same way, calculate the power P_0 initially emitted by the inner surface of the spherical shell S .
- Assuming that the thin walls of the spherical shell have negligible mass, calculate the net power P_{ABS} initially absorbed by the water inside S .
- Because the water in S initially absorbs energy, its temperature will finally reach an equilibrium point. In fact, one may first notice that B provides a constant power P_B to the water in S . One can then argue that the emitted power P_A will finally be equal to P_B . Find the equilibrium temperature T_A of the water in S .

Problema n°4


La **Stazione Spaziale Internazionale** o **ISS** è una stazione spaziale dedicata alla ricerca scientifica che si trova in orbita terrestre bassa, gestita come progetto congiunto da cinque diverse agenzie spaziali:

 la statunitense NASA

 la russa RKA

 l'europea ESA (con tutte le agenzie spaziali correlate)

 la giapponese JAXA

 la canadese CSA

Viene mantenuta su un'orbita di **430 km** di altitudine e viaggia a una velocità $v_i = 27\ 550$ km/h, completando 15,5 orbite al giorno. È abitata continuamente dal 2 novembre 2000; l'equipaggio, da allora, è stato sostituito più volte, variando da due a sei astronauti o cosmonauti. La sua massa è di 450000 kg.

Costruita a partire dal 1998, è stato previsto il completamento entro il 2017; dovrebbe restare in funzione almeno fino al 2020, ma la durata potrebbe essere estesa se tutte le parti raggiungono un'intesa politica coi loro governi. Il suo obiettivo è quello di sviluppare e testare tecnologie per l'esplorazione spaziale, sviluppare tecnologie in grado di mantenere in vita un equipaggio in missioni oltre l'orbita terrestre e acquisire esperienze operative per voli spaziali di lunga durata, nonché servire come un laboratorio di ricerca in un ambiente di microgravità, in cui gli equipaggi conducono esperimenti di biologia, chimica, medicina, fisiologia e fisica e compiono osservazioni astronomiche e meteorologiche.

La struttura della stazione, con i suoi oltre cento metri di intelaiatura, copre un'area maggiore di qualsiasi altra stazione spaziale precedente, tanto da renderla visibile dalla Terra a occhio nudo. Le sezioni di cui è composta sono gestite da centri di controllo missione a terra, resi operativi dalle agenzie spaziali che partecipano al progetto.

Supponiamo di voler trasferire tale stazione su un'orbita geostazionaria (orbita circolare il cui periodo di rivoluzione corrisponde ad un giorno), accendendo brevemente i motori: una prima volta per passare dalla prima orbita circolare ad un'orbita di trasferimento, ed una seconda volta per immettersi in quella finale.

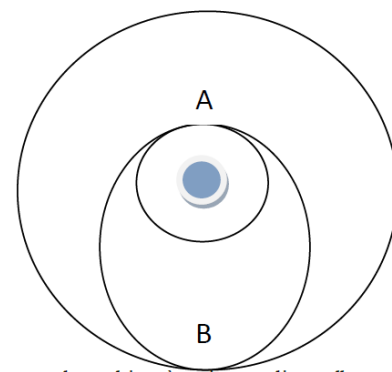
L'orbita di trasferimento è un'orbita ellittica tangente alle due orbite circolari nei punti in cui avviene l'accensione dei motori, i quali forniscono una breve spinta nella direzione del moto.

Calcolare:

- Il raggio R_g dell'orbita geostazionaria e la velocità v_g della stazione in tale orbita;
- l'energia totale della stazione in ciascuna delle due orbite,
- la velocità della stazione immediatamente dopo la prima accensione dei motori e prima della seconda accensione dei motori;
- il lavoro compiuto dai motori in ciascuna accensione e verificare che il lavoro totale

coincide con la variazione dell'energia calcolata nel punto 2.

5. il tempo impiegato a percorrere il tratto di orbita ellittica;



Inoltre spiegare perché la velocità della stazione nella seconda orbita è minore di quella posseduta nella prima, pur avendo usufruito di due spinte.

Trascurare la variazione di massa dovuta al funzionamento dei motori e considerare la Terra sferica.

[Costante di gravitazione universale $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$; Massa della Terra $M_T = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$; Raggio equatoriale della Terra $R_T = 6,38 \cdot 10^3 \text{ km}$]