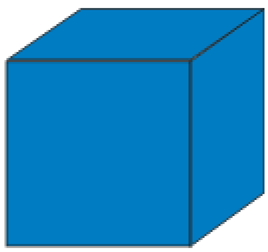
<u>PROBLEMA 1</u>: Adicional NMS 18* - Un cubo de 10 cm de lado emite 60 W en forma de radiación cuando su temperatura es de 80 ºC. Si se lo parte en tres pedazos idénticos efectuando cortes en planos paralelos a su base y se separan los pedazos la potencia emitida ahora será:

a) 120 W   b) 60 W   c) 800 W   d) 100 W   e) 20 W   f) 180 W

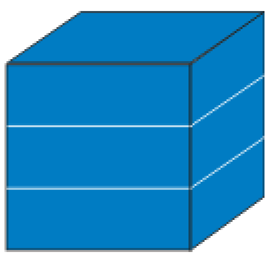
Este ejercicio aparece en diferentes versiones en 10 de cada 7 exámenes. Tiene bastante poco de Física y casi todo el peso del ejercicio pasa por tus habilidades geométricas y tu capacidad de imaginar cuerpos geométricos.



Si no tenés esa capacidad, vas a tener que ejercitarla y adquirirla. Un buen intento podés hacer dibujando los objetos de los que te hablan, y tratando de efectuar las operaciones sobre el papel.

Yo te lo voy a hacer acá, pero creeme, si no sos capaz de hacerlo mentalmente estás en problemas: este ejercicio lo contestó correctamente apenas el 30% de los estudiantes evaluados.

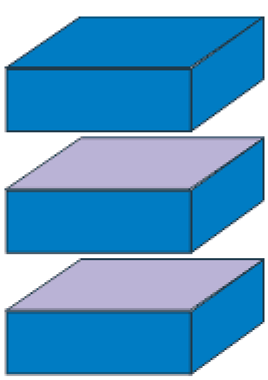
Acá tenés el cubo del que habla el enunciado. Todo cubo tiene seis caras. De modo que si la superficie de **una cara** vale ***S=100 cm²***, la superficie del cubo vale ***6S=600 cm²***. ¿Estamos de acuerdo?



A ese cubo lo vamos a cortar en tres rebanadas haciendo dos cortes. Esa parte parece sencilla. Te dibujé en líneas punteadas los cortes para que te salgan derechitos.

Supongo que te quedará claro que después de cortarlo el volumen de cada porción será un tercio del cubo original, y si sumamos las tres porciones tendremos el mismo volumen original. Con la masa pasa lo mismo.

Pero con el área la cosa cambia: cuando el cuchillo avanza por adentro del cubo... está generando más superficie.



Hagamos los cortes que indica el enunciado y separemos las rebanadas. **Cada corte genera dos caras nuevas (una a cada lado del cuchillo)**, les puse un color diferente para que las distingas, dos se ven y dos no se ven por la perspectiva, pero supongo que podés imaginarlas.

De modo que **antes teníamos seis caras** y **ahora tenemos (6+4) diez caras**.

El área total creció en **10/6**, o si vos querés, en **5/3**, o si vos querés, en ***1,67***.

Si $\mathbf{A_R}$ es el area total de las 3 rebanadas=**10S**=**1000 cm²**

A_C es el area del cubo original **= 6S = 600 cm²**

La relación de areas es A_R/A_C **= 10/6 = 1,67**

Ahora vamos a la Física. La emisión del cubo, Pot_C, depende del área del cubo, A_C (entre otras cosas):

$Pot_C = \sigma \cdot \varepsilon \cdot A_C \cdot T^4$ ***(potencia emitida por el cubo azul sin cortar)***

Y la potencia de emisión de las rebanadas, Pot_R, del área de las rebanadas, $A_R = 10.S = 1000\ cm^2$

$Pot_R = \sigma \cdot \varepsilon \cdot A_R \cdot T^4$ ***(potencia emitida por las 3 rebanadas)***

Pero como vimos antes, el área total de las rebanadas es igual a ***10/6*** veces el área original del cubo, $A_R = 10/6\ A_C$.

$Pot_R = \sigma \cdot \varepsilon \cdot (10/6)\ A_C \cdot T^4 = 1,67 \cdot (\sigma \cdot \varepsilon \cdot A_C \cdot T^4)$

$Pot_R = 1,67 \cdot Pot_C$

$Pot_R = 1,67 \cdot 60\ W$

$$Pot_R = 100\ W$$

PROBLEMA 2 (PARCIAL): Una esfera de **20 cm de radio** cuya superficie tiene un poder absorbente de **0,8** se mantiene a **80ºC** dentro de un recipiente al vacio cuyas **paredes estan a 20ºC**. La cantidad de calor que habrá que entregarle por minuto a la esfera para que **mantenga su temperatura constante** es de:

❒ menos de 2500 J ❒ entre 2500 y 5000 J ❒ entre 5000 y 7500 J

❒ **entre 7500 y 10000 J** ❒ entre 10000 y 12500 J ❒ mas de 12500 J

Hay que calcular la potencia neta por radiación que intercambia la esfera con el ½ ambiente.

Pot_{Neta} = Pot_e – Pot_a

Pot_e(Te=80ºC) ; ***Pot_a(Ta=20ºC)***

Como la $\mathbf{T_C}$ es mayor que la $\mathbf{T_a}$ (el cuerpo esta mas caliente que el entorno), la **Pot_e** va a ser mayor que la **Pot_a**, por lo tanto, la ***Pot_{Neta}*** es **positiva**, significa que el cuerpo esta **perdiendo calor** por radiación. Si dejamos la esfera en esta situación, su temperatura ira disminuyendo gradualmente (se ira enfriando la esfera).

Para que la esfera mantenga su temperatura constante, **habrá que entregarle calor**, exactamente **lo mismo que pierde por radiación**. Usando la expresión de Stefan-Boltzmann:

$$Pot_{Neta} = \sigma . A_{esf} . e . (T_C^4 - T_a^4)$$

$\sigma = 5{,}67.10^{-8}$ J/s.m^{2}K^4

$A_{esf} = 4\pi . r^2$; r=20cm =0,2m ; $A_{esf} = 4\pi.(0{,}2m)^2 = 0{,}502\ m^2$

e=0,8

T_C = 80+273= 343 K ; T_a = 20+273= 293 K

Reemplazando:

$$Pot_{Neta} = (5{,}67.10^{-8}\ J/s.m^2K^4).\ (0{,}502\ m^2).\ 0{,}8.[(343K)^4 - (293K)^4]$$

Simplificando las unidades,queda el resultado expresado en Joules /s

Pot_{Neta}= 147,3J/s

Si en **1s** $\longrightarrow$ **147,3 J (**energía que pierde **por segundo)**

En **60s=1 min** $\longrightarrow$ **147,3J/s x60s =8841 J (entre 7500 y 10000 J)**

<u>Problema 3</u>: Adicional NMS 37 - Una estrella supergigante roja cuya masa es veinte veces la del Sol tiene **un radio que es 400 veces el del Sol**. Su temperatura interna es de 300 millones de grados (la del Sol es 15 millones de grados) pero **la temperatura superficial es apenas 3.000 K,** mientras que la del **Sol es de 6.000 K.** Considerando ambas estrellas como **cuerpos negros,** indique la **relación entre la potencia radiante de la supergigante (*Pot_{SG}*) y la potencia radiante del Sol (*Pot_{Sol}*).**

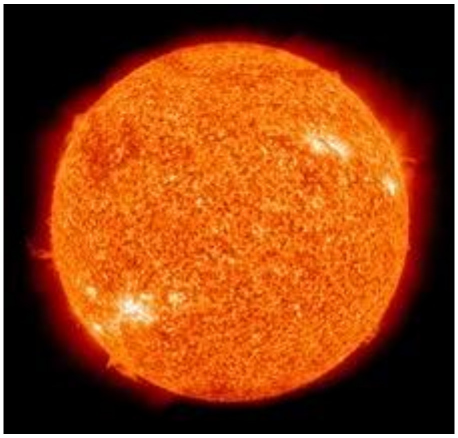
¿Sabías que nuestro Sol, cuando se ponga viejo, se va a enfriar y se va a agrandar? Tanto se va a agrandar que su radio va a ser mayor que la distancia a la Tierra... o sea, nos va a deglutir en su fuego. La Tierra se va a evaporar. En resumen: el Sol se va a convertir en una estrella supergigante roja. Pero no te preocupes demasiado... para que eso ocurra faltan unos 5.000 millones de años.

Acá tenemos otro ejercicio de potencia de radiación, algo que se resuelve aplicando la Ley de Stefan-Boltzmann. Cada potencia será igual a:

$$Pot_{SG} = \sigma \,.\, \varepsilon \,.\, S_{SG} \,.\, T_{SG}{}^4$$

$$Pot_{Sol} = \sigma \,.\, \varepsilon \,.\, S_{Sol} \,.\, T_{Sol}{}^4$$

donde σ es la constante de Boltzmann, ε es el coeficiente de emisión que debemos establecer en ***1*** porque el enunciado dice que ambas estrellas se comportan como cuerpos negros; S_{Sol} y S_{SG} son las superficies de ambas estrellas; T_{Sol} y T_{SG} sus temperaturas en la superficie.



Recordemos que el área de una superficie esférica es igual a: $S = 4\pi \,.\, R^2$. De modo que:

$$S_{SG} = 4\pi \,.\, R_{SG}{}^2$$

$$S_{Sol} = 4\pi \,.\, R_{Sol}{}^2$$

Bueno... arranquemos. Voy a llamar X a la relación entre las potencias. Entonces:

$$X = \frac{Pot_{SG}}{Pot_{Sol}}$$

$$X = \frac{\sigma \,.\, \varepsilon \,.\, 4\pi \,.\, R_{SG}{}^2 \,.\, T_{SG}{}^4}{\sigma \,.\, \varepsilon \,.\, 4\pi \,.\, R_{Sol}{}^2 \,.\, T_{Sol}{}^4}$$

Podemos suprimir varios factores. Además vamos a reemplazar el radio de la supergigante por su equivalente solar:

$$R_{SG} = 400\ R_{Sol}$$

$$X = \frac{(400\ R_{Sol})^2 \,.\, T_{SG}{}^4}{R_{Sol}{}^2 \,.\, T_{Sol}{}^4}$$

$$X = \frac{400^2 \,.\, T_{SG}{}^4}{T_{Sol}{}^4}$$

Ahora sí: reemplazo las temperaturas y resuelvo.

$$X = \frac{400^2 \,.\, 3.000^4\ K^4}{6.000^4\ K^4}$$

$$X = \frac{400^2 \cdot 3^4}{6^4}$$

$$X = \frac{400^2}{2^4}$$

De donde resulta que:

$$X = 10.000$$

O sea:

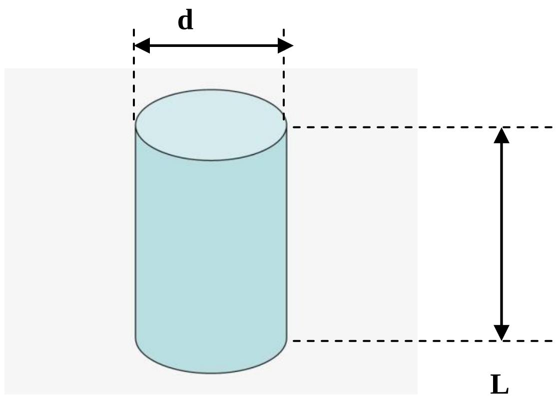
$$Pot_{SG} = 10.000\ Pot_{Sol}$$

<u>PROBLEMA 4</u>: Una estufa de **tres kilowatts** tiene **dos resistores cilíndricos** envueltos en tubos de cuarzo de **un centímetro de diámetro** y **medio metro de longitud cada uno**. Si se supone que el calor lo emite sólo por radiación en un **ambiente a 15 grados**, y que la **emisividad del cuarzo** es **igual a uno** **¿qué temperatura, en grados Kelvin**, alcanzan **los tubos de esa estufa**? (**Constante de Stefan-Boltzman** = **5,67 x 10^{-8} W/m^2 K^4**)

(a) menos de 800;
(b) entre 800 y 1000;
(c) entre 1000 y 1200;
(d) entre 1200 y 1400;
(e) entre 1400 y 1600;
(f) más de 1600 grados.

Como los 2 resistores emiten 3 Kw**, cada uno emite** 1,5 Kw por radiación.

$$\mathbf{P_{neta\ radiante} = 5{,}67 \cdot 10^{-8}\ w/m^2K^4 \cdot A \cdot 1 \cdot (T_c^4 - T_a^4) = 1500\ w}$$



Por las dimensiones de los cilindros, **L** >>**d**, supondremos que la superficie de emisión de la radiacion es la lateral. (las superficies de las tapas son mucho menores que la Sup lateral).

A: es la superficie lateral del tubo= $\boldsymbol{\pi}$d.L

d=1,5 cm= 0,015m ; L=0,5m ; **A=**3,14.0,015.0,5 **m^2 = 0,02355 m^2**

T_a = 288 K

$1500\ w = 5{,}67\ .10^{-8}\ w/m^2K^4.0{,}02355\ m^2.(\ T_c^4 - (288K)^4)$, despejar T_c

$1500\ w/1{,}335.10^{-9} = T_c^4 - (288K)^4$

$T_c = [\ 1500\ w/1{,}335.10^{-9} + (288)^4]^{1/4} = 1031\ K$
