

PRUEBA DE CARÁCTER PRÁCTICO PARA INGRESO AL CUERPO DE PROFESORES DE ENSEÑANZA SECUNDARIA DE FÍSICA Y QUÍMICA. BADAJOZ, 20 DE JUNIO DE 2015

FÍSICA

1. Un depósito cilíndrico tiene una altura de 1,5 metros y el radio de su base es 0,85 metros. Su masa vacía es 3 kg. Este depósito vacío, en posición vertical, y abierto por su parte superior, se deslizaba sin rozamiento sobre una superficie horizontal, con movimiento rectilíneo y velocidad constante de 2,7 km/h. En cierto instante, empezó a caer una lluvia perpendicular a la superficie sobre la que el depósito se movía. De forma constante caían 2 litros de agua por m² cada hora, y el depósito durante su movimiento estuvo bajo esa lluvia. Supongamos que en todo momento (antes de llover y durante la lluvia), en la dirección del movimiento del depósito no existiera fuerza alguna actuando sobre el depósito. En ese supuesto, realice usted los cálculos necesarios para contestar a las siguientes preguntas:

a. ¿Cuál sería la ecuación que expresaría la velocidad del depósito en función del tiempo, desde que empieza a llover hasta que se llena de agua, de forma que la velocidad quede expresada en m/s? (0,5 puntos)

b. ¿Cuál sería la ecuación de la posición en función del tiempo, desde que empieza a llover hasta que se llena de agua, de forma que la posición quede expresada en metros? (0,3 puntos)

c. ¿Cuál sería el valor de la velocidad del depósito, expresada en m/s, justo en el momento en que éste se llenó totalmente de agua? (0,2 puntos)

Datos: $\pi = 3,14$; $d_{\text{agua}} = 1 \text{ g/mL} = 1 \text{ g/cm}^3$.

2. Dos partículas de masa m están situadas en los puntos $(0, y_0)$ y $(0, -y_0)$ de un sistema de coordenadas. Responda razonadamente a las siguientes cuestiones:

a. Calcule la expresión para el potencial en cualquier punto del eje X. (0,15 puntos)

b. ¿Qué expresión tendrá la intensidad del campo gravitatorio en cualquier punto del eje de abscisas? (0,15 puntos)

c. Calcule en qué puntos de este eje es máxima la intensidad del campo gravitatorio producido por ambas masas. (0,35 puntos)

d. ¿Cuánto vale el campo en esos puntos? (0,35 puntos)

Datos: Tanto la constante de gravitación universal, G , como todas las magnitudes referidas en el enunciado están expresadas en unidades del Sistema Internacional.

PRUEBA DE CARÁCTER PRÁCTICO PARA INGRESO AL CUERPO DE PROFESORES DE ENSEÑANZA SECUNDARIA DE FÍSICA Y QUÍMICA. BADAJOZ, 20 DE JUNIO DE 2015

QUÍMICA

3. Una sustancia está formada por una mezcla de cloruro amónico y cloruro sódico. Se pesó una muestra de 2,50 gramos de dicha sustancia y se disolvió en 50 mL de una disolución acuosa de hidróxido sódico cuya concentración era de 24 gramos por litro de disolución. Se hirvió esta disolución hasta que se observó el desprendimiento total del amoniaco que se había formado. Sin embargo, había quedado un exceso de hidróxido sódico que se valoró con una disolución de ácido sulfúrico. En dicha valoración, al llegar al punto de equivalencia, se habían gastado 20,6 mL de esa solución de ácido sulfúrico cuya concentración era 0,388 M.

a. ¿Qué porcentaje en peso de cloruro sódico contenía la muestra tomada de esa sustancia? Dato: Masas atómicas: Cl = 35,5 ; Na = 23 ; N = 14 ; O = 16 ; H = 1 (0,3 puntos)

b. Este apartado no depende del anterior. ¿Qué molaridad debe tener una disolución de ácido sulfúrico para que su pH sea 1? (0,4 puntos)
Dato: La constante de ionización K_2 del ácido sulfúrico vale $1,26 \cdot 10^{-2}$, a 25 °C.

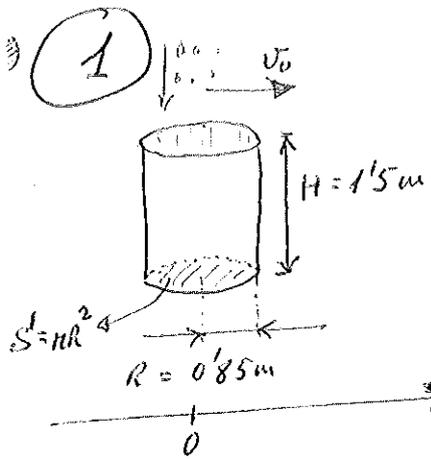
c. Este apartado no depende de los anteriores. ¿Cuál será el pH de una disolución que resulta de mezclar 1 litro de disolución de HCl de concentración 0,1 M con otra disolución de 1 litro que es 0,1 M en Na_2SO_4 ? Suponer volúmenes aditivos. Dato: La constante de ionización K_2 del ácido sulfúrico vale $1,26 \cdot 10^{-2}$, a 25 °C. (0,3 puntos)

4. Resuelva, de forma razonada, las siguientes cuestiones:

a. Referido al ion nitrato: indique la hibridación del átomo central, la estructura y describa sus enlaces de la forma más precisa posible usando la teoría del enlace de valencia y los orbitales híbridos. (0,3 puntos)

b. Un compuesto orgánico acíclico de fórmula molecular $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}$ es ópticamente activo, no decolora al Br_2 en CCl_4 , y no reacciona con una mezcla de $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ y H_2SO_4 . Sin embargo, sí hay reacción cuando el compuesto se trata con NaBH_4 . Escriba el nombre del compuesto y las estructuras tridimensionales de los dos isómeros, con la notación de líneas y cuñas. (0,4 puntos)

c. La reacción de descomposición de un medicamento tiene una energía de activación de 112,7 kJ/mol. El factor pre-exponencial de la ecuación de Arrhenius tiene un valor de $6,9 \cdot 10^{12} \text{ s}^{-1}$. Calcular la temperatura a la cual debe ser conservado dicho medicamento para que tenga una vida media de 30 días. (0,3 puntos)



$m_0 = 3 \text{ kg}$ $\pi \approx 3.14$
 $F_{roz} = 0; \sum \vec{F}_{ext} = 0$
 $q = \text{flujo volumetrico} = \frac{Q}{m^2 \cdot h} = \frac{2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{\text{m}^2 \cdot 3600 \text{ s}} = 5.56 \cdot 10^{-7} \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 \cdot \text{s}}$

$v_0 = 2.7 \text{ km/h}; d = 1 \text{ g/ml} = 1 \text{ g/cm}^3 = 1000 \text{ kg/m}^3$

$0.75 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ Conservación del momento lineal en el eje X ($\sum \vec{F}_{exterior} = 0$):

$m_0 v_0 = m v$

Determinamos la masa del depósito en función del tiempo, $m(t)$:

$j = \text{flujo masico} = q \cdot d = 5.56 \cdot 10^{-7} \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 \cdot \text{s}} \cdot 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 5.56 \cdot 10^{-4} \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}}$

$m = m_0 + j \cdot S \cdot t = m_0 + \pi R^2 j t$

a) Despejando v en la ecuación de conservación del momento lineal y sustituyendo la última expresión para m :

$v = \frac{m_0 v_0}{m} = \frac{m_0 v_0}{m_0 + \pi R^2 j t} = \frac{3 \cdot 0.75}{3 + 3.14 \cdot 0.85^2 \cdot 5.56 \cdot 10^{-4} t}$

$v = \frac{2.25}{3 + 1.26 \cdot 10^{-3} t}$	v en m/s t en s
---	------------------------

b) $\frac{dx}{dt} = \frac{2.25}{3 + 1.26 \cdot 10^{-3} t} \therefore \int_0^x dx = 2.25 \int_0^t \frac{dt}{3 + 1.26 \cdot 10^{-3} t}$

Cambio de variable: $u = 3 + 1.26 \cdot 10^{-3} t$
 $du = 1.26 \cdot 10^{-3} dt$

$x = \frac{2.25}{1.26 \cdot 10^{-3}} \int_3^{3 + 1.26 \cdot 10^{-3} t} \frac{du}{u} \therefore x = 1785.2 \cdot \ln\left(\frac{3 + 1.26 \cdot 10^{-3} t}{3}\right)$

x en m ; t en s

c) $V = S \cdot H = \pi R^2 H$

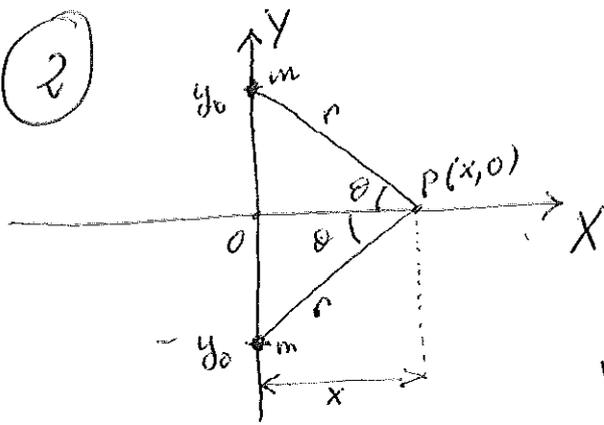
$Q = \text{caudal volumetrico} = q \cdot S$

$t_{llenado} = \frac{V}{Q} = \frac{S \cdot H}{q \cdot S} = \frac{1.5}{5.56 \cdot 10^{-7}} = 2.7 \cdot 10^6 \text{ s}$

$v(t = 2.7 \cdot 10^6 \text{ s}) = \frac{2.25}{3 + 1.26 \cdot 10^{-3} \cdot 2.7 \cdot 10^6}$

Para $t = 2.7 \cdot 10^6 \text{ s} \Rightarrow v = 6.6 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$
 es decir, no llega a recuperar 1mm al segundo por lo que a efectos prácticos el depósito se ha detenido!

2



a) Potencial gravitatorio debido a m:

$$V_m = - \frac{Gm}{r}$$

Potencial gravitatorio en P, V:

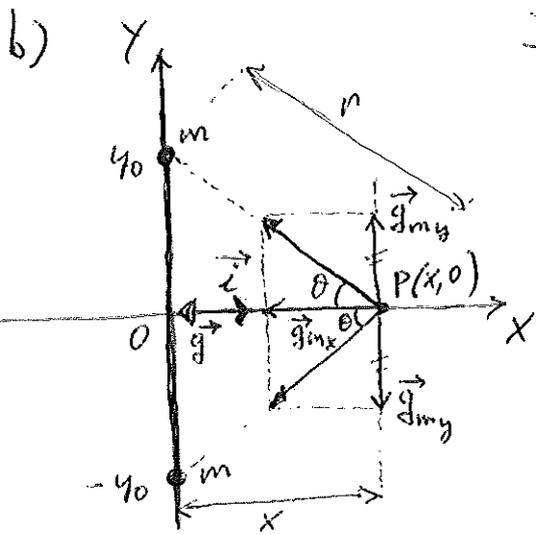
Principio de superposición $\Rightarrow V = V_m + V_m = 2V_m$

$$V = - \frac{2Gm}{r}$$

Teorema de Pitágoras:

$$y_0^2 + x^2 = r^2 \therefore r = (y_0^2 + x^2)^{1/2}$$

$$V = - \frac{2Gm}{(y_0^2 + x^2)^{1/2}}$$



Intensidad del campo gravitatorio debida a m:

$$\vec{g}_m = - \frac{Gm}{r^2} \vec{u}_r$$

\vec{u}_r = vector unitario con la dirección del segmento recto que une P y m (sentido de m a P)

Por simetría (ver figura adjunta) las componentes y de \vec{g}_m tienen el mismo módulo y dirección pero sentidos contrarios con lo que se cancelan:

Principio de superposición $\Rightarrow |\vec{g}_y| = |\vec{g}_{my}| - |\vec{g}_{my}| = 0$

$$|\vec{g}_{m_x}| = |\vec{g}_m| \cdot \cos \theta = \frac{Gm}{r^2} \cdot \frac{|x|}{r} = \frac{Gm|x|}{r^3} = \frac{Gm|x|}{(y_0^2 + x^2)^{3/2}}$$

$$|\vec{g}| = |\vec{g}_x| = |\vec{g}_{m_x}| + |\vec{g}_{m_x}| = 2|\vec{g}_{m_x}| = \frac{2Gm|x|}{(y_0^2 + x^2)^{3/2}}$$

\vec{i} = vector unitario en la dirección del eje X (sentido hacia +X)

$$\vec{g} = - \frac{2Gm|x|}{(y_0^2 + x^2)^{3/2}} \vec{i}$$

c) Condición necesaria (aunque no suficiente) para máximo \vec{g} :

$$\frac{dg}{dx} = 0 \quad \therefore \quad \frac{d}{dx} \left[\frac{2Gm x}{(y_0^2 + x^2)^{3/2}} \right] = 0 \quad \therefore \quad 2Gm \frac{(y_0^2 + x^2)^{3/2} - \frac{3}{2}(y_0^2 + x^2)^{1/2} \cdot 2x^2}{(y_0^2 + x^2)^3} = 0$$

$$\therefore (y_0^2 + x^2)^{3/2} = \frac{3}{2} (y_0^2 + x^2)^{1/2} \cdot 2x^2 \quad \therefore \quad \frac{(y_0^2 + x^2)^{3/2}}{(y_0^2 + x^2)^{1/2}} = 3x^2 \quad \therefore$$

$$\therefore y_0^2 + x^2 = 3x^2 \quad \therefore \quad x^2 = \frac{y_0^2}{2} \quad \therefore \quad \boxed{x = \pm \frac{y_0}{\sqrt{2}} = \pm \frac{y_0 \sqrt{2}}{2}}$$

$$d) \quad |\vec{g}| = \frac{2Gm|x|}{(y_0^2 + x^2)^{3/2}} = \frac{2Gm y_0}{\left(y_0^2 + \frac{y_0^2}{2}\right)^{3/2} \cdot \sqrt{2}} = \frac{2Gm y_0}{y_0^3 \left(\frac{3 \cdot 2}{2^3}\right)^{1/2}} = \frac{Gm}{y_0^2 \sqrt{27}}$$

$$\text{Si } x = + \frac{y_0}{\sqrt{2}} \quad \text{entonces} \quad \vec{g}_{\text{MAX}} = - \frac{Gm}{y_0^2 \sqrt{27}} \vec{i}$$

$$\text{Si } x = - \frac{y_0}{\sqrt{2}} \quad \text{entonces} \quad \vec{g}_{\text{MAX}} = \frac{Gm}{y_0^2 \sqrt{27}} \vec{i}$$

3



gasta 20'6 ml de sulfúrico 0'388 M

$$\text{normalidad del sulfúrico} = \frac{[\text{H}_2\text{SO}_4]}{2} = \frac{0'388}{2} \quad \therefore \quad N_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0'194 N$$

$$\begin{aligned} * \text{ n}^\circ \text{ moles NaOH exceso} &= \text{n}^\circ \text{ equivalentes NaOH}_{\text{exceso}} = \\ &= \text{n}^\circ \text{ equivalentes gastados de H}_2\text{SO}_4 \text{ en el punto de equivalencia} = \end{aligned}$$

$$= N_{\text{H}_2\text{SO}_4} \cdot V_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0'194 \cdot 20'6 \cdot 10^{-3} = \underline{3'9964 \cdot 10^{-3} \text{ moles}}$$

$$\text{masa molar NaOH} = 23 + 16 + 1 = 40 \text{ g/mol}$$

$$* \left(\text{n}^\circ \text{ moles de NaOH añadidos a la mezcla al comienzo del análisis} \right) = 50 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{24 \text{ g/l}}{40 \text{ g/mol}} = 0'03 \text{ moles}$$

* Al inicio del análisis:



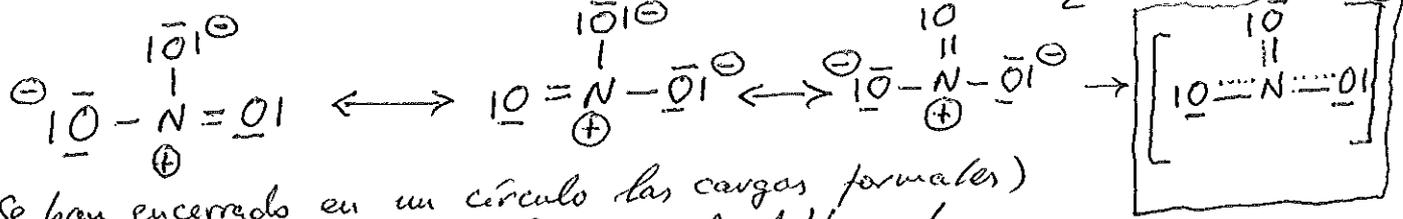
4

ión nitrato = NO_3^-

$\text{N} (Z=7) : 1s^2 2s^2 p^3$
 $\text{O} (Z=8) : 1s^2 2s^2 p^4$

Configuraciones electrónicas del nitrógeno y del oxígeno.

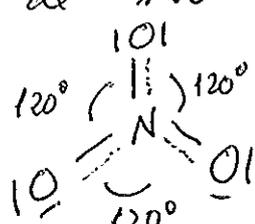
a) Estructura de Lewis: n° de enlaces = $\frac{4 \cdot 8 - (6 \cdot 3 + 5 + 1)}{2} = 4$



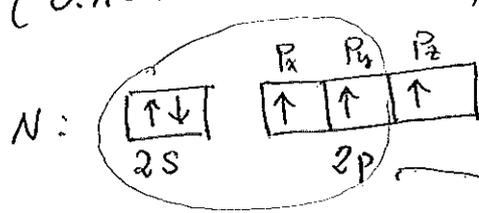
(Se han encerrado en un círculo las cargas formales)

Tres formas resonantes idénticas, el doble enlace deslocalizado se reparte entre tres uniones, por lo que el orden de enlace final queda $1\frac{1}{3}$

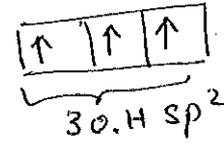
La estructura anterior sugiere hibridación sp^2 en el nitrógeno con geometría trigonal plana y ángulos de enlace de 120° . Los oxígenos se encuentran en los 3 vértices de un triángulo equilátero, mientras que el nitrógeno se encuentra en el centro de dicho triángulo



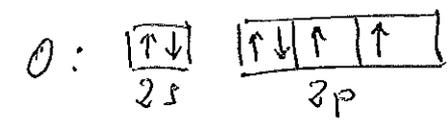
(O.A = orbital atómico ; O.H = orbital híbrido)



El $2s^2$ se hibrida con el $2p_x^1$ y el $2p_y^2$. Como resultado se obtienen 3 O.H sp^2



Cada O.H con 1 electrón y dirigidos hacia los vértices de un triángulo equilátero. Los oxígenos se unen al nitrógeno mediante un enlace σ por solapamiento



frontal entre un p semilleno con 1 electrón y un O.H semilleno del nitrógeno:



Nos han quedado 4 O.A p_z , 3 en los oxígenos y uno en el nitrógeno, cada uno de los cuales posee un electrón. Estos 4 se combinan dando lugar a un orbital π (formado por solapamiento lateral de los 4 O.A. p_z a la vez) deslocalizado entre los 4 átomos del ión y que contiene 4 electrones.

b) Si es ópticamente activo debe poseer un carbono asimétrico.

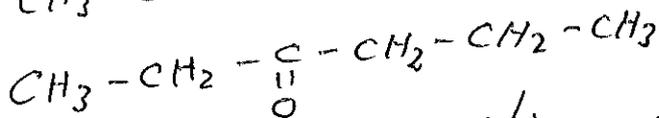
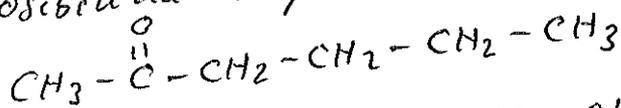
La cadena hidrocarbonada no posee insaturaciones, pues no decolora al Br_2 en CCl_4 .

La fórmula molecular $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}$ no cuadra con un alcohol ni con un éter, pero sí con un aldehído o una cetona.

Al no reaccionar con mezcla de $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ y H_2SO_4 y sí con NaBH_4 se trata de una cetona.

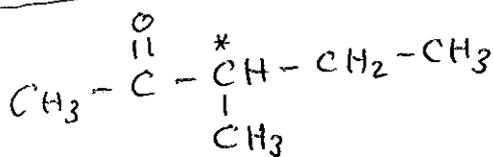
Las cetonas se reducen a alcoholes con NaBH_4 y no reaccionan con mezcla de $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ y H_2SO_4 (los aldehídos se oxidan a ácidos con esta mezcla).

Posibilidades para nuestra cetona:



Ahora debemos ramificar las cadenas hidrocarbonadas hasta conseguir un carbono asimétrico con 4 grupos distintos unidos a él.

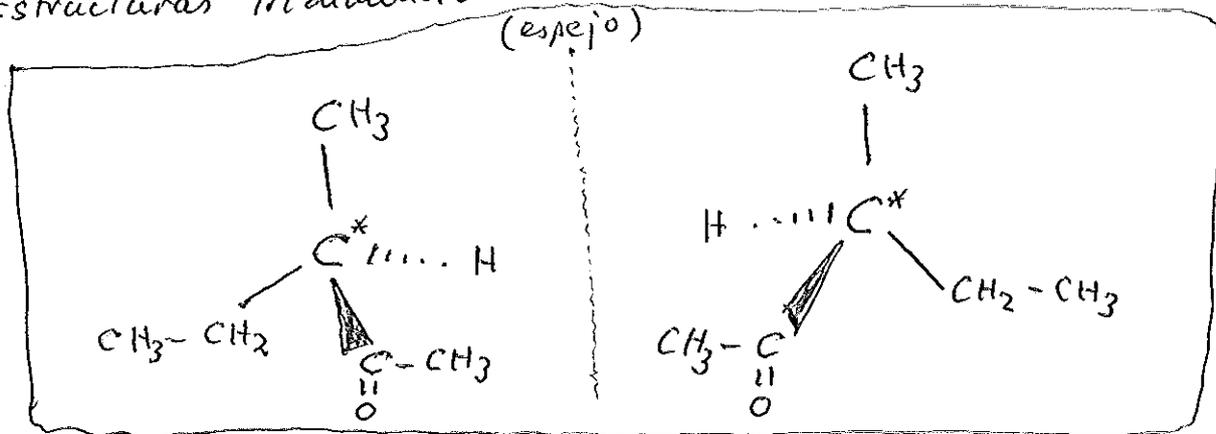
Solamente es posible en la 1ª de las hipótesis y queda:



Hemos señalado el carbono asimétrico con un asterisco.

Nombre: 3-metil-pentan-3-ona

Estructuras tridimensionales de los dos isómeros:



c) Si las unidades de A son s⁻¹ las de la constante cinética k también son s⁻¹ y entonces se trata de una reacción de 1^{er} orden:

$$-\frac{dm}{dt} = k \cdot m \quad \therefore \int_{m_0}^{m} \frac{dm}{m} = -k \int_0^t dt \quad \therefore \ln \frac{m/2}{m_0} = -k \tau \quad \therefore$$

$$\therefore \tau = \frac{\ln 2}{k} = \text{vida media}$$

* Ecuación de Arrhenius: $k = A \cdot e^{-\frac{E_A}{RT}}$ } \therefore

$$\therefore \tau = \frac{\ln 2}{A \cdot e^{-\frac{E_A}{RT}}} \quad \therefore e^{+\frac{E_A}{RT}} = \frac{A \cdot \tau}{\ln 2}$$

$$\frac{E_A}{RT} = \ln \left(\frac{A \cdot \tau}{\ln 2} \right) ; \quad T = \frac{E_A}{R \ln \left(\frac{A \cdot \tau}{\ln 2} \right)}$$

$$T = \frac{112700 \frac{J}{mol}}{0.082056 \frac{atm \cdot K}{mol \cdot K} \cdot 101325 \frac{N}{m^2} \cdot 10^{-3} \frac{m^3}{K}} \ln \left(\frac{6.9 \cdot 10^{12} s^{-1} \cdot 30.24 \cdot 3600 s}{\ln 2} \right)$$

$$T = 303.26 K \Rightarrow t = 303.26 - 273.15$$

$t = 30.1^\circ C$

