

FORMATO PARA DISEÑO DE REACTIVOS

EVENTO NACIONAL ESTUDIANTIL DE CIENCIAS ENECB-CEA 2024 -ETAPA 3

Nombre del reactivo	Generación de energías limpias utilizando paneles fotovoltaicos
Clave	RM-CB-2024-02
Propuesto para la etapa	3

ÁREA DEL CONOCIMIENTO

Ciencias básicas	X
------------------	---

Ciencias económico-administrativas	
------------------------------------	--

TIPO DE REACTIVO

Multidisciplinario	X
--------------------	---

Economía	
Administración	
Contabilidad	
Matemáticas	X
Física	X
Química	X

NIVEL COGNITIVO

Conocimiento	X
Comprensión	X
Aplicación	X

TIEMPO

30 minutos	
45 minutos	
90 minutos	X

REFERENCIAS

Fuente	Capítulo
Stewart, J. [2013]. Cálculo de una variable: trascendentes tempranas. [7ª. Ed.] México. Cengage Learning	Capítulo 1. Cálculo Diferencial.
Larson, R. [2009]. Matemáticas 2: Cálculo Integral. México. McGraw Hill.	Capítulo 2. Cálculo Integral
Zill Dennis G. [2011]. Cálculo de varias variables. [4ª. Ed.]. México. Mc. Graw Hill.	Capítulo 3. Cálculo Vectorial.
Grossman, S. I. [2012]. Álgebra Lineal. [7a ed]. México. Mc Graw-Hill.	Capítulo 4. Álgebra Lineal
Robert Resnick, David Halliday, Kenneth S. Krane/ John Wiley [1993]. Física Vol. 1, Compañía Editorial Continental. S.A. de C.V., Grupo Patria Cultural, S.A. DE C.V.	Capítulo 1. Dinámica.
Chang, Raymond [2010]. QUÍMICA. Décima edición, Editorial Mc Graw Hill, México.	Capítulo 1. Estructura atómica y periodicidad Capítulo 3. Química de compuestos inorgánicos y orgánicos (Nomenclatura y reacciones). Capítulo 5. Reacciones químicas: Estequiometría

INSTRUMENTOS ADICIONALES PARA LA RESOLUCIÓN DEL EJERCICIO

Herramienta	Cantidad
Formulario	1 por integrante
Tabla Periódica	1 por integrante
Calculadora científica básica (No programable, No graficadora, No derive, No integre, No operaciones con matrices, No resuelva sistema de ecuaciones)	1 por integrante

INSTRUMENTOS RESTRINGIDOS PARA LA RESOLUCIÓN DEL EJERCICIO

Herramienta	Cantidad
-------------	----------

Internet	En ningún momento
Interfases de inteligencia artificial	En ningún momento
Software especializado	En ningún momento

CONOCIMIENTOS

Matemáticas

Competencia específica	Tema	Subtema
Analiza, modela y resuelve, utilizando derivadas, integrales, cálculo vectorial, funciones vectoriales de una variable real y funciones de varias variables de valor real, problemas basados en su entorno social. Utiliza métodos numéricos para resolver sistemas lineales en problemas matemáticos que modelan una situación real.	1.5 Ajuste de curvas e interpolación. 1.6 Cálculo numérico de raíces. 2.4 Aplicaciones de la integral. 3.1 Vectores. 4.2 Matrices, propiedades y operaciones. 4.3 Sistemas de ecuaciones lineales. 4.5 Solución numérica de sistemas lineales	

Física

Competencia específica	Tema	Subtema
Aplica los conceptos básicos y leyes de la dinámica en el modelado y solución de problemas basados en su entorno social.	2.2 Cinética de la partícula.	2.2.4 Impulso y cantidad de movimiento. 2.2.6 Colisiones.

Química

Competencia específica	Tema	Subtema
Usa el lenguaje de la química inorgánica y orgánica, como la clasificación de los compuestos, nomenclatura, tipos de reacciones, balanceo y otros, para la	1.1. Base experimental de la teoría cuántica y estructura atómica.	1.1.1. Radiación del cuerpo negro, teoría de Planck, efecto

<p>interpretación de la trascendencia de las reacciones químicas. Analiza las relaciones cuantitativas entre reactivos y productos en una reacción química por medio de cálculos estequiométricos</p>	<p>1.3. Estructura atómica. 3.1 Definición, clasificación y nomenclatura de los compuestos inorgánicos. 3.2 Compuestos químicos de importancia económica y ambiental en el país. 3.3 Clasificación de las reacciones químicas de los compuestos inorgánicos. 3.4 Balanceo de reacciones químicas. 3.6 Estudio del carbono. 3.7 Hidrocarburos. 5.1 Leyes estequiométricas. múltiples. 5.2 Cálculos estequiométricos A:</p>	<p>fotoeléctrico y series espectrales. 1.3.1. Principio de dualidad de Louis de Broglie 3.3.1.3 Sustitución simple y doble. 3.3.1.5 Oxidación – Reducción. 3.3.2 Con base en aspectos energético 3.3.2.1 Exotérmica. 5.1.1 Ley de la conservación de la materia. 5.1.2 Ley de las proporciones constantes. 5.1.3 Ley de las proporciones</p>
---	---	--

	número de Avogadro, Átomo-gramo, Mol- gramo, equivalente- gramo. 5.3 Cálculos estequiométricos B: relación mol mol, relación peso-peso, relación peso volumen, reactivo limitante, reactivo en exceso y rendimiento	
--	--	--

DESARROLLO DEL PROBLEMA

Planteamiento del Problema									
<p>Un sistema eléctrico consta de 10 paneles fotovoltaicos con una potencia de 565 w cada uno, los cuales se encuentran instalados sobre una estructura con una inclinación de 25° respecto a la horizontal. En la Tabla 1 se muestra los datos de producción del día 5 de agosto de 2024. La curva que describe la producción diaria de energía del sistema eléctrico tiene forma parabólica y continua.</p>									
Tabla 1									
Horario de producción	6:00 a.m.	8:00 a.m.	10:00 a.m.	12:00 p.m.	1:00 p.m.	2:00 p.m.	4:00 p.m.	6:00 p.m.	8:00 p.m.
Producción en kW	0	2.25	3.46	4.26	4.48	4.16	3.35	2.1	0

CUESTIONAMIENTOS

MATEMÁTICAS

Pregunta 1	Respuesta
Obtenga la ecuación que aproxima la curva de producción de energía eléctrica del día 5 de agosto 2024.	<p>Solución para $t=0$</p> $y = 0.0569090909 + 1.2232489177t - 0.0878766234t^2$ <p>Solución para $t=6$</p> $y = -10.44614286 + 2.27776840t - 0.0878766234t^2$
Pregunta 2	Respuesta
¿Cuál es la producción aproximada de energía eléctrica en kilowatts-hora del día 5 de agosto de 2024?	40.29637 kWh

ARGUMENTO, SOLUCIÓN EN EXTENSO Y OBSERVACIONES PREGUNTA 1

Obtenga la ecuación que aproxima la curva de producción de energía eléctrica del día 5 de agosto 2024.

Solución (a) se toma en cuenta el vector de la variable independiente inicial $t=0$:

Se encuentra la parábola $y = a + bt + ct^2$ que mejor ajuste los datos proporcionados. Planteamiento del sistema de ecuaciones lineales:

1.-	$y = a + b(0) + c(0)^2$	$y = a$
2.-	$y = a + b(2) + c(2)^2$	$y = a + 2b + 4c$
3.-	$y = a + b(4) + c(4)^2$	$y = a + 4b + 16c$
4.-	$y = a + b(6) + c(6)^2$	$y = a + 6b + 36c$
5.-	$y = a + b(7) + c(7)^2$	$y = a + 7b + 49c$
6.-	$y = a + b(8) + c(8)^2$	$y = a + 8b + 64c$
7.-	$y = a + b(10) + c(10)^2$	$y = a + 10b + 100c$
8.-	$y = a + b(12) + c(12)^2$	$y = a + 12b + 144c$

$$9.- \quad y = a + b[14] + c[14]^2 \quad y = a + 14b + 196c$$

Se expresa el sistema de ecuaciones en forma matricial: $Ax = d$

$$A^T A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 2 & 4 & 6 & 7 & 8 & 10 & 12 & 14 \\ 0 & 4 & 16 & 36 & 49 & 64 & 100 & 144 & 196 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 2.25 \\ 3.46 \\ 4.26 \\ 4.48 \end{bmatrix}$$

$$A^T A = \begin{bmatrix} 9 & 63 & 609 \\ 63 & 609 & 6615 \\ 609 & 6615 & 77217 \end{bmatrix}$$

Se calcula la inversa de la matriz con el Método Díaz Garza, con el uso de pivotes sobre la diagonal principal:

$$[A^T A]^{-1} =$$

$$\left[\begin{array}{ccc|ccc} 9 & 63 & 609 & 1 & 0 & 0 \\ 63 & 609 & 6615 & 0 & 1 & 0 \end{array} \right]$$

$$\begin{bmatrix} 609 & 6615 & 77217 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 9 & 63 & 609 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1512 & 21168 & -63 & 9 & 0 \\ 0 & 21168 & 324072 & -609 & 0 & 9 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 13608 & 0 & -412776 & 5481 & -567 & 0 \\ 0 & 1512 & 21168 & -63 & 9 & 0 \\ 0 & 0 & 41912640 & 412776 & -190512 & 13608 \end{bmatrix}$$

$$[A^T A]^{-1} = \frac{1}{4656960} \begin{bmatrix} 3266928 & -836136 & 45864 \\ -836136 & 324072 & -21168 \\ 45864 & -21168 & 1512 \end{bmatrix}$$

$$A^+ = [A^T A]^{-1} A^T = \frac{1}{4656960} \begin{bmatrix} 3266928 & -836136 & 45864 \\ -836136 & 324072 & -21168 \\ 45864 & -21168 & 1512 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 2 & 4 & 6 & 7 & 8 & 10 & 12 & 14 \\ 0 & 4 & 16 & 36 & 49 & 64 & 100 & 144 & 196 \end{bmatrix}$$

$$A^+ = \begin{bmatrix} \frac{463}{660} & \frac{21}{55} & \frac{31}{220} & -\frac{7}{330} & -\frac{4}{55} & -\frac{23}{220} & -\frac{6}{55} & -\frac{23}{660} & \frac{13}{110} \\ -\frac{79}{440} & -\frac{541}{9240} & \frac{241}{9240} & \frac{229}{3080} & \frac{14}{165} & \frac{797}{9240} & \frac{571}{9240} & \frac{3}{3080} & -\frac{127}{1320} \\ \frac{13}{1320} & \frac{19}{9240} & -\frac{29}{9240} & -\frac{53}{9240} & -\frac{1}{165} & -\frac{53}{9240} & -\frac{29}{9240} & \frac{19}{9240} & \frac{13}{1320} \end{bmatrix}$$

$$X = A^+ d = \begin{bmatrix} \frac{463}{660} & \frac{21}{55} & \frac{31}{220} & -\frac{7}{330} & -\frac{4}{55} & -\frac{23}{220} & -\frac{6}{55} & -\frac{23}{660} & \frac{13}{110} \\ -\frac{79}{440} & -\frac{541}{9240} & \frac{241}{9240} & \frac{229}{3080} & \frac{14}{165} & \frac{797}{9240} & \frac{571}{9240} & \frac{3}{3080} & -\frac{127}{1320} \\ \frac{13}{1320} & \frac{19}{9240} & -\frac{29}{9240} & -\frac{53}{9240} & -\frac{1}{165} & -\frac{53}{9240} & -\frac{29}{9240} & \frac{19}{9240} & \frac{13}{1320} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 2.25 \\ 3.46 \\ 4.26 \\ 4.48 \\ 4.16 \\ 3.35 \\ 2.1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$X = \begin{bmatrix} 0.0569090909090909 \\ 1.22324891774892 \\ -0.0878766233766234 \end{bmatrix}$$

Como consecuencia de la solución anterior, se tiene que la curva que mejor aproxima la producción de energía eléctrica del sistema es:

$$y = 0.0569090909 + 1.2232489177t - 0.0878766234t^2$$

Respuesta [a]:

$$y = 0.0569090909 + 1.2232489177t - 0.0878766234t^2$$

Solución (b) se toma en cuenta el vector de la variable independiente inicial t=6:

Encontremos la parábola $y = a + bt + ct^2$ que mejor ajuste los datos proporcionados. Planteamiento del sistema de ecuaciones lineales:

1.-	$y = a + b(6) + c(6)^2$	$y = a + 6b + 36c$
2.-	$y = a + b(8) + c(8)^2$	$y = a + 8b + 64c$
3.-	$y = a + b(10) + c(10)^2$	$y = a + 10b + 100c$
4.-	$y = a + b(12) + c(12)^2$	$y = a + 12b + 144c$
5.-	$y = a + b(13) + c(13)^2$	$y = a + 13c + 169c$
6.-	$y = a + b(14) + c(14)^2$	$y = a + 14b + 196c$
7.-	$y = a + b(16) + c(16)^2$	$y = a + 16b + 256c$
8.-	$y = a + b(18) + c(18)^2$	$y = a + 18b + 324c$

9.- $y = a + b[20] + c[20]^2$ $y = a + 20b + 400c$

Expresando el sistema de ecuaciones en forma matricial: $Ax = d$

$$\begin{bmatrix} 1 & 6 & 36 \\ 1 & 8 & 64 \\ 1 & 10 & 100 \\ 1 & 12 & 144 \\ 1 & 13 & 169 \\ 1 & 14 & 196 \\ 1 & 16 & 256 \\ 1 & 18 & 324 \\ 1 & 20 & 400 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 2.25 \\ 3.46 \\ 4.26 \\ 4.48 \\ 4.16 \\ 3.35 \\ 2.1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$A^T A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 6 & 8 & 10 & 12 & 13 & 14 & 16 & 18 & 20 \\ 36 & 64 & 100 & 144 & 169 & 196 & 256 & 324 & 400 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 6 & 36 \\ 1 & 8 & 64 \\ 1 & 10 & 100 \\ 1 & 12 & 144 \\ 1 & 13 & 169 \\ 1 & 14 & 196 \\ 1 & 16 & 256 \\ 1 & 18 & 324 \\ 1 & 20 & 400 \end{bmatrix}$$

$$A^T A = \begin{bmatrix} 9 & 117 & 1689 \\ 117 & 1689 & 26325 \\ 1689 & 26325 & 433617 \end{bmatrix}$$

Calculando la inversa de la matriz con el Método Díaz Garza, utilizando pivotes sobre la diagonal principal:

$$[A^T A]^{-1} = \left[\begin{array}{ccc|ccc} 9 & 117 & 1689 & 1 & 0 & 0 \\ 117 & 1689 & 26325 & 0 & 1 & 0 \\ 1689 & 26325 & 433617 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right] \quad \text{Matriz inicial}$$

$$\left[\begin{array}{ccc|ccc} 9 & 117 & 1689 & 1 & 0 & 0 \end{array} \right]$$

$$\text{Matriz equivalente 1} = \left[\begin{array}{ccc|ccc} 0 & 1512 & 39312 & -117 & 9 & 0 \\ 0 & 39312 & 1049832 & -1689 & 0 & 9 \end{array} \right]$$

$$\text{Matriz equivalente 2} = \left[\begin{array}{ccc|ccc} 13608 & 0 & -2045736 & 15201 & -1053 & 0 \\ 0 & 1512 & 39312 & -117 & 9 & 0 \\ 0 & 0 & 41912640 & 2045736 & -353808 & 13608 \end{array} \right]$$

Matriz resultante

$$\left[\begin{array}{ccc|ccc} 570347205120 & 0 & 0 & 4822149822336 & -767931772608 & 27838375488 \\ 0 & 63371911680 & 0 & -85325752512 & 14286113856 & -534957696 \\ 0 & 0 & 41912640 & 2045736 & -353808 & 13608 \end{array} \right] =$$

$$[A^T A]^{-1} = \frac{1}{4656960} \begin{bmatrix} 39373488 & -6270264 & 227304 \\ -6270264 & 1049832 & -39312 \\ 227304 & -39312 & 1512 \end{bmatrix}$$

$$A^+ = [A^T A]^{-1} A^T = \frac{1}{4656960} \begin{bmatrix} 39373488 & -6270264 & 227304 \\ -6270264 & 1049832 & -39312 \\ 227304 & -39312 & 1512 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 6 & 8 & 10 & 12 & 13 & 14 & 16 & 18 & 20 & 20 \\ 36 & 64 & 100 & 144 & 169 & 196 & 256 & 324 & 400 & 400 \end{bmatrix}$$

$$A^+ = \begin{bmatrix} 2.1333 & 0.8071 & -0.1285 & -0.6738 & -0.8000 & -0.8285 & -0.5928 & 0.0333 & 1.0500 \\ -0.2977 & -0.08322 & 0.06374 & 0.1431 & 0.1575 & 0.1550 & 0.0994 & -0.0237 & -0.2143 \\ 0.0098 & 0.0020 & -0.0031 & -0.0057 & -0.0060 & -0.0057 & -0.0031 & 0.0020 & 0.0098 \end{bmatrix}$$

$$X = A^+ d$$

$$= \begin{bmatrix} 2.1333 & 0.8071 & -0.1285 & -0.6738 & -0.8000 & -0.8285 & -0.5928 & 0.0333 & 1.0500 \\ -0.2977 & -0.08322 & 0.06374 & 0.1431 & 0.1575 & 0.1550 & 0.0994 & -0.0237 & -0.2143 \\ 0.0098 & 0.0020 & -0.0031 & -0.0057 & -0.0060 & -0.0057 & -0.0031 & 0.0020 & 0.0098 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 2.25 \\ 3.46 \\ 4.26 \\ 4.48 \\ 4.16 \\ 3.35 \\ 2.1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$X = \begin{bmatrix} -10.44614286 \\ 2.27776840 \\ -0.08787662 \end{bmatrix}$$

Con la solución anterior tenemos que la curva que aproxima la producción de energía eléctrica del sistema es:

$$y = -10.44614286 + 2.27776840t - 0.0878766234t^2$$

Respuesta [b]:

$$y = -10.44614286 + 2.27776840t - 0.0878766234t^2$$

PREGUNTA 2

¿Cuál es la producción aproximada de energía eléctrica en kilowatts-hora del día 5 de agosto de 2024?

Solución (a):

La producción de energía eléctrica en kilowatts-hora aproximada se calcula obteniendo el área bajo la curva de la parábola:

$$y = 0.0569090909 + 1.2232489177t - 0.0878766234t^2$$

Las raíces de la ecuación cuadrática son los límites de la integral para calcular la energía producida:

$$t_1 = -0.046369 \quad y \quad t_2 = 13.965818$$

$$\text{Energía} = \int_{-0.046369}^{13.965818} (0.05691 + 1.22325t - 0.08788t^2) dt = 40.29637 \text{ kWh}$$

Respuesta(a):

Energía= 40.29637 kWh

Solución (b):

La producción de energía eléctrica en kilowatts-hora aproximada la podemos calcular obteniendo el área bajo la curva de la parábola:

$$y = -10.44614286 + 2.27776840 t - 0.0878766234 t^2$$

Las raíces de la ecuación cuadrática son los límites de la integral para calcular la energía producida:

$$t_1 = 5.953632 \quad y \quad t_2 = 19.966440$$

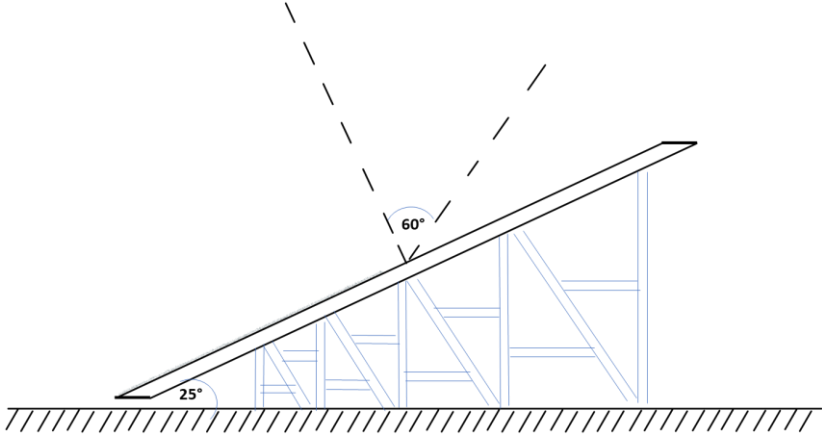
$$\text{Energía} = \int_{5.953632}^{19.966440} -10.44614286 + 2.27776840 t - 0.0878766234 t^2 dt = 40.2963 \text{ kWh}$$

Respuesta(b):

Energía= 40.29637 kWh

CUESTIONAMIENTOS FÍSICA

Pregunta 1	Respuesta
En una granizada un primer granizo impacta elásticamente en forma perpendicular la superficie del panel fotovoltaico como se observa en la Figura 1.	$u_1 = 32.85 \frac{m}{s} = V_i$

 <p>Figura1</p> <p>Suponga que el granizo tiene una forma esférica con un diámetro de 2.7 cm y una densidad de 0.92 g/cm^3. ¿Cuál es la velocidad del granizo justo después del impacto, si se desprende del reposo desde una nube a 55 metros del panel?</p>	
Pregunta 2	Respuesta
<p>En el supuesto de que la colisión dura 1.798 milisegundos y posterior al impacto el granizo sigue una trayectoria que guarda un ángulo de 60° con respecto a la inicial. Calcule la fuerza promedio.</p>	<p>$F = 299.4438 \text{ N}$ en la dirección del impulso J $\phi = 84.9915^\circ$</p>
Pregunta 3	Respuesta
<p>Si el módulo de compresibilidad del panel fotovoltaico es de $5 \times 10^7 \text{ N/m}^2$. Si el área máxima de impacto es de 1.5 cm^2, en el mismo tiempo y con la misma dirección que el impacto inicial. Calcule la masa y el diámetro del granizo más grande que puede golpear el panel fotovoltaico.</p>	<p>Masa= 237.4 g Diámetro= 7.8989 cm</p>

ARGUMENTO, SOLUCIÓN EN EXTENSO Y OBSERVACIONES

PREGUNTA 1

En una granizada un primer granizo impacta elásticamente en forma perpendicular la superficie del panel fotovoltaico como se observa en la Figura 1.

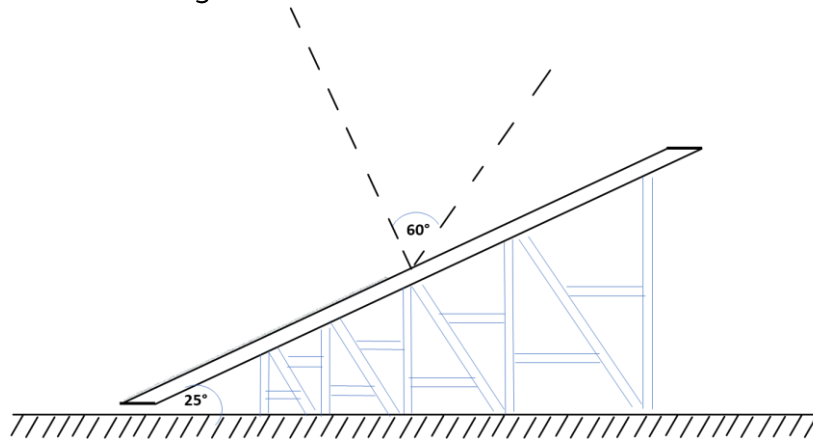


Figura 1

Suponga que el granizo tiene una forma esférica con un diámetro de 2.7 cm y una densidad de 0.92 g/cm³. ¿Cuál es la velocidad del granizo justo después del impacto, si se desprende del reposo desde una nube a 55 metros del panel?

Solución:

Al tratarse de una colisión elástica, el coeficiente de restitución $e=1$ y se define por la ecuación:

$$e = \frac{u_2 - u_1}{v_1 - v_2}, \text{ y ya que el panel se encuentra en reposo } v_2 = u_2 = 0$$

por tanto: $1 = \frac{-u_1}{v_1}$ y $v_1 = -u_1$, la velocidad inicial del primer granizo la podemos calcular con:

$vf^2 = vi^2 \pm 2gh$, siendo la velocidad de partida del granizo $vi = 0$, tenemos que:

$$vf = -\sqrt{2gh} = -\sqrt{2\left(9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)(55 \text{ m})} = -\sqrt{1079.1 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}} = -32.85 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Por tanto, la velocidad del granizo justo después del impacto con el panel fotovoltaico es:

$$u_1 = 32.85 \frac{m}{s} = V_i$$

Respuesta

$$u_1 = 32.85 \frac{m}{s} = V_i$$

PREGUNTA 2

En el supuesto de que la colisión dura 1.798 milisegundos y posterior al impacto, el granizo sigue una trayectoria que guarda un ángulo de 60° con respecto a la inicial. Calcule la fuerza promedio.

Solución:

Se calcula la masa del granizo que impacta el panel fotovoltaico:

$$m = \left(\frac{4}{3} \pi r^3 \right) \left(0.92 \frac{g}{cm^3} \right) = \left(\frac{4}{3} (3.1416) (1.35 \text{ cm})^3 \right) \left(0.92 \frac{g}{cm^3} \right) = 9.48 \text{ g}$$

Cálculos del ímpetu inicial:

$$p_{ix} = m V_i \cos \beta_1 = [9.48 \times 10^{-3} \text{ kg}] [32.85 \frac{m}{s}] [\cos 295^\circ] = 0.1316 \text{ kg} \frac{m}{s}$$
$$p_{iy} = m V_i \sin \beta_1 = [9.48 \times 10^{-3} \text{ kg}] [32.85 \frac{m}{s}] [\sin 295^\circ] = -0.2812 \text{ kg} \frac{m}{s}$$

Cálculos del ímpetu final:

$$p_{fx} = m V_f \cos \beta_2 = [9.48 \times 10^{-3} \text{ kg}] [32.85 \frac{m}{s}] [\cos 55^\circ] = 0.1786 \text{ kg} \frac{m}{s}$$
$$p_{fy} = m V_f \sin \beta_2 = [9.48 \times 10^{-3} \text{ kg}] [32.85 \frac{m}{s}] [\sin 55^\circ] = 0.2551 \text{ kg} \frac{m}{s}$$

Componentes en x e y del impulso:

$$J_x = p_{fx} - p_{ix} = 0.1786 \text{ kg} \frac{m}{s} - 0.1316 \text{ kg} \frac{m}{s} = 0.047 \text{ kg} \frac{m}{s}$$
$$J_y = p_{fy} - p_{iy} = 0.2551 \text{ kg} \frac{m}{s} - [-0.2812 \text{ kg} \frac{m}{s}] = 0.5363 \text{ kg} \frac{m}{s}$$

El módulo o magnitud del impulso es:

$$J = \sqrt{(J_x)^2 + (J_y)^2} = \sqrt{\left(0.047 \text{ kg } \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 + \left(0.5363 \text{ kg } \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2} = 0.5384 \text{ kg } \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

La dirección es: $\varphi = \tan^{-1} \left(\frac{0.5363 \text{ kg } \frac{\text{m}}{\text{s}}}{0.047 \text{ kg } \frac{\text{m}}{\text{s}}} \right)$

$$\varphi = 84.9915^\circ$$

La fuerza promedio es:

$$F = \frac{J}{\Delta t} = \frac{0.5384 \text{ kg } \frac{\text{m}}{\text{s}}}{0.001798 \text{ s}} = 299.4438 \text{ N}$$

en la dirección del impulso J

$$\varphi = 84.9915^\circ$$

Respuesta:

$$F = , \frac{J}{\Delta t} = \frac{0.5384 \text{ kg } \frac{\text{m}}{\text{s}}}{0.001798 \text{ s}} = 299.4438 \text{ N}$$

en la dirección del impulso J

$$\varphi = 84.9915^\circ$$

PREGUNTA 3

Si el módulo de compresibilidad del panel fotovoltaico es de $5 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ y el área máxima de impacto es de 1.5 cm^2 , en el mismo tiempo y con la misma dirección que el impacto inicial. Calcule la masa y el diámetro del granizo más grande que puede golpear el panel fotovoltaico sin que sufra daños.

Solución:

El módulo de compresibilidad del panel fotovoltaico es de $5 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ y la fuerza máxima que soporta el panel en una colisión elástica es:

$$F_{\max} = P_{\max} A_{\max} = [5 \times 10^7 \text{ N/m}^2] [1.5 \times 10^{-4} \text{ m}^2] = 7.5 \times 10^3 \text{ N}$$

El impulso máximo es:

$$J_{\max} = F_{\max} \Delta t = [7.5 \times 10^3 \text{ N}] [1.798 \times 10^{-3} \text{ s}] = 13.485 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$J_{x \max} = J_{\max} \cos 85^\circ = 13.485 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}} \cos 85^\circ = 1.1772 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$J_{x \max} = p_{f_x} - p_{i_x} = m_{\max} V_f \cos 55^\circ - m_{\max} V_i \cos 295^\circ = m_{\max} [32.85 \frac{\text{m}}{\text{s}}] [\cos 55^\circ - \cos 295^\circ]$$

$$J_{x \max} = m_{\max} 4.959 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

La masa del granizo más grande:

$$m_{\max} = [J_{x \max}] / [4.959 \frac{\text{m}}{\text{s}}] = [1.1772 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}] / [4.959 \frac{\text{m}}{\text{s}}] = 0.2374 \text{ kg} = 237.4 \text{ g}$$

El volumen máximo:

$$V_{\max} = [m_{\max}] / [0.92 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}] = [237.4 \text{ g}] / [0.92 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}] = 258.0434 \text{ cm}^3$$

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3 \quad \text{y por tanto } r = \sqrt[3]{\frac{3 (258.0434 \text{ cm}^3)}{4 (3.1416)}} = \sqrt[3]{61.6032 \text{ cm}^3} = 3.9494 \text{ cm}$$

El diámetro del granizo más grande:

$$d = 2(3.9494 \text{ cm}) = 7.8989 \text{ cm}$$

Respuesta:

$$d = 2(3.9494 \text{ cm}) = 7.8989 \text{ cm}$$

CUESTIONAMIENTOS QUÍMICA

Pregunta 1	Respuesta
Al suponer que los paneles solares están fabricados con una mezcla de igual proporción de Galio, Selenio e Indio con una función de trabajo de 4.56 eV, y dar por hecho que cada panel fotovoltaico para la producción de energía eléctrica es irradiado durante el día por luz solar con una longitud de onda en el rango de 260 nm a 1400 nm ¿Cuál es el valor mínimo y el valor máximo de la longitud de onda de la luz solar para poder producir energía eléctrica en los paneles fotovoltaicos?	Rango de 260 nm a 272 nm
Pregunta 2	Respuesta
Calcule el valor del potencial de frenado para los valores mínimo y máximo de la longitud de onda.	El potencial de frenado para la longitud de onda máxima de 272 nm es: $V_{fr} = 10.3 \text{ mV}$ El potencial de frenado para la longitud de onda mínima de 260 nm es: $V_{fr} = 221.25 \text{ mV}$
Pregunta 3	Respuesta
Determine el valor de la longitud de onda asociada al fotoelectrón liberado para el mayor potencial de frenado.	$\lambda = 2.6106 \times 10^{-9} \text{ m} = 2.6106 \text{ nm}$

Pregunta 4	Respuesta
¿Cuántos kg de dióxido de carbono se enviarán a la atmósfera si la producción total del día 5 agosto de 2024 es de 50 kWh? Se toma en cuenta que la combustión se realiza con el butano en reacción con el oxígeno, considerando la reacción balanceada. Considere que 1 L de gas butano produce 6.98 kWh y 1 kg de gas butano equivale a 1.85 L de este gas.	11.7275484 kg de CO ₂

PREGUNTA 1

Al suponer que los paneles solares están fabricados con una mezcla de igual proporción de Galio, Selenio e Indio con una función de trabajo de 4.56 eV, y dar por hecho que cada panel fotovoltaico para la producción de energía eléctrica es irradiado durante el día por luz solar con una longitud de onda en el rango de 260 nm a 1400 nm

¿Cuál es el valor mínimo y el valor máximo de la longitud de onda de la luz solar para poder producir energía eléctrica en los paneles fotovoltaicos?

Solución:

La frecuencia umbral es la frecuencia mínima para que se pueda producir el efecto fotoeléctrico y se encuentra en la función trabajo:

$$W_{\text{ext}} = h f_0$$

$$f_0 = \frac{W_{\text{ext}}}{h} = \frac{(4.56 \text{ eV}) \left(\frac{1.6 \times 10^{-19} \text{ J}}{1 \text{ eV}} \right)}{6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}} = 1.1 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

$$\lambda_0 = \frac{c}{f_0} = \frac{3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1.1 \times 10^{15} \frac{1}{\text{s}}} = 2.727 \times 10^{-7} \text{ m} = 272.7 \text{ nm}$$

El valor mínimo y el valor máximo de la longitud de onda de la luz solar para poder producir energía eléctrica en los paneles fotovoltaicos está en el rango de 260 nm a 272 nm

Respuesta:

Rango de 260 nm a 272 nm

PREGUNTA 2

Calcule el valor del potencial de frenado para los valores mínimo y máximo de la longitud de onda.

Solución:

El potencial de frenado para los valores mínimo y máximo de la longitud de onda son:

El valor máximo de la longitud de onda para producir energía eléctrica es de 272 nm, el potencial de frenado es la máxima diferencia de potencial necesaria para que los electrones pierdan toda su energía cinética, por lo que la energía eléctrica producida es nula para una diferencia de potencial inferior al potencial de frenado menor.

De la ecuación de Albert Einstein del efecto fotoeléctrico, tenemos que la energía de un fotón es igual a la función trabajo más la energía cinética del electrón, es decir:

$$E_f = W_{\text{ext}} + E_{\text{ce}}$$

La E_f para la longitud de onda máxima de 272 nm es:

$$E_f = h f = (6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}) \left(\frac{3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2.72 \times 10^{-7} \text{ m}} \right) = 7.3125 \times 10^{-19} \text{ J}$$
$$E_{\text{ce}} = E_f - W_{\text{ext}} = 7.3125 \times 10^{-19} \text{ J} - (4.56 \text{ eV}) \left(\frac{1.6 \times 10^{-19} \text{ J}}{1 \text{ eV}} \right) = 7.3125 \times 10^{-19} \text{ J} - 7.296 \times 10^{-19} \text{ J}$$
$$E_{\text{ce}} = 1.65 \times 10^{-21} \text{ J}$$

El potencial de frenado para la longitud de onda máxima de 272 nm es:

$$V_{\text{fr}} = \frac{E_{\text{ce}}}{e} = \frac{1.65 \times 10^{-21} \text{ J}}{1.6 \times 10^{-19} \text{ C}} = 10.3 \text{ mV}$$

La E_f para la longitud de onda mínima de 260 nm es:

$$E_f = h f = (6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}) \left(\frac{3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2.6 \times 10^{-7} \text{ m}} \right) = 7.65 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$E_{ce} = E_f - W_{ext} = 7.65 \times 10^{-19} \text{ J} - [4.56 \text{ eV}] \left(\frac{1.6 \times 10^{-19} \text{ J}}{1 \text{ eV}} \right) = 7.65 \times 10^{-19} \text{ J} - 7.296 \times 10^{-19} \text{ J}$$
$$E_{ce} = 3.54 \times 10^{-20} \text{ J}$$

El potencial de frenado para la longitud de onda mínima de 260 nm es:

$$V_{fr} = \frac{E_{ce}}{e} = \frac{3.54 \times 10^{-20} \text{ J}}{1.6 \times 10^{-19} \text{ C}} = 221.25 \text{ mV}$$

Respuesta:

$$V_{fr} = 221.25 \text{ mV}$$

PREGUNTA 3

Determine el valor de la longitud de onda asociada al fotoelectrón liberado para el mayor potencial de frenado.

Solución:

Las propiedades de partícula y onda del electrón están relacionadas con la ecuación de De Broglie:

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

donde λ es la longitud de onda asociada al fotoelectrón, m es la masa y v la velocidad del electrón.

La E_{ce} del electrón para el mayor potencial de frenado es de $3.54 \times 10^{-20} \text{ J}$, por lo tanto, la velocidad del fotoelectrón es:

$$v = \sqrt{\frac{2E_{ce}}{m}} = \sqrt{\frac{2(3.54 \times 10^{-20} \text{ J})}{9.1095 \times 10^{-31} \text{ kg}}} = 2.78785 \times 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

La longitud de onda asociada al fotoelectrón es:

$$\lambda = \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}}{(9.1095 \times 10^{-31} \text{ kg})(2.78785 \times 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}})} = 2.6106 \times 10^{-9} \text{ m} = 2.6106 \text{ nm}$$

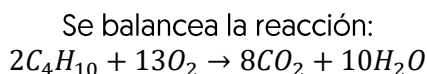
Respuesta:

$$\lambda = 2.6106 \times 10^{-9} \text{ m} = 2.6106 \text{ nm}$$

PREGUNTA 4

¿Cuántos kg de dióxido de carbono se enviarán a la atmósfera si la producción total del día 5 agosto de 2024 es de 50 kWh? Se toma en cuenta que la combustión se realiza con el butano en reacción con el oxígeno, considerando la reacción balanceada. Considere que 1 L de gas butano produce 6.98 kWh y 1 kg de gas butano equivale a 1.85 L de este gas.

Solución:



Se consideran los pesos atómicos y se calculan los pesos moleculares para los cálculos estequiométricos:

P.A. Carbono = 12.0107 uma
P.A. Hidrógeno = 1.00794 uma
P.A. Oxígeno = 15.9994 uma

$$\begin{aligned} P.M. C_4H_{10} &= 4(12.0107) + 10(1.00794) = 58.1222 \text{ uma} \rightarrow 1 \text{ mol de } C_4H_{10} \\ P.M. O_2 &= 2(15.9994) = 31.9988 \text{ uma} \rightarrow 1 \text{ mol de } O_2 \\ P.M. CO_2 &= 12.0107 + 2(15.9994) = 44.0095 \text{ uma} \rightarrow 1 \text{ mol de } CO_2 \\ P.M. H_2O &= 2(1.00794) + 15.9994 = 18.01528 \text{ uma} \rightarrow 1 \text{ mol de } H_2O \end{aligned}$$

Se toman en cuenta las siguientes igualdades en la producción de gas butano $1 \text{ kg} = 1.85 \text{ L}$ y $1 \text{ L} = 6.98 \text{ kWh}$, para realizar los cálculos.

$$50 \text{ kWh} \left(\frac{1 \text{ L de } C_4H_{10}}{6.98 \text{ kWh}} \right) \left(\frac{1 \text{ kg de } C_4H_{10}}{1.85 \text{ L de } C_4H_{10}} \right) \left(\frac{1000 \text{ g de } C_4H_{10}}{1 \text{ kg de } C_4H_{10}} \right) = 3,872.0669 \text{ g de } C_4H_{10}$$

$$\begin{aligned} 3,872.0669 \text{ g de } C_4H_{10} \left(\frac{1 \text{ mol de } C_4H_{10}}{58.1222 \text{ g de } C_4H_{10}} \right) \left(\frac{8 \text{ moles de } CO_2}{2 \text{ mol de } C_4H_{10}} \right) \left(\frac{44.0095 \text{ g de } CO_2}{1 \text{ mol de } CO_2} \right) &= 11,727.5484 \text{ g de } CO_2 \\ &= 11.7275484 \text{ kg de } CO_2 \end{aligned}$$

Respuesta:
 $11.7275484 \text{ kg de } CO_2$