








PROBLEMAS DE EFECTO FOTOELÉCTRICO

Exemplo de resolución coa folla de cálculo: «[FotoelectricoGal.ods](#)»

O autor pretende que as persoas que empreguen a folla de cálculo: «FotoelectricoGal.ods» tenten resolver un problema habitual das Probas de Acceso á Universidade (A.B.A.U.), na materia «Efecto fotoeléctrico», á vez que se habitúen a luso dunha folla de cálculo. Se só queren ver as respostas dun exercicio no que poden elixir os datos e as incógnitas, poderán atopalas facendo clic na pestana  **Calculos** da parte inferior da folla de cálculo.

● Comezo

O documento debería mostrar a páxina «Enunciado», para poder comezar a elixir datos e incógnitas. Pode ir a calquera das páxinas baixo a cela que contén **Ir a...**, arriba no centro da folla «Enunciado», mantendo pulsada a tecla «Ctrl» mentres fai clic nunha das celas de cor salmón  , ou facendo clic en calquera das pestanas na parte inferior da folla.


 Introd	 Axuda	 Enunciado	 Calculos
---	--	--	---

A pestana «Introd» contén unha advertencia de emprego de macros, certas instrucións elementais, un enlace á páxina de axuda, algunhas aclaracións e o repertorio de funcións que se empregan.

A pestana «Axuda» contén unha axuda máis detallada e aclaracións.

A pestana «Enunciado» contén o enunciado do problema, no que pode elixir datos e incógnitas.

A pestana «Calculos» contén os resultados, xunto coas ecuacións necesarias para os mesmos.

Se desexa comezar cun problema, e a páxina que está á vista non é «Enunciado», manteña pulsada a tecla «Ctrl» mentres fai clic na cela **Enunciado** arriba á dereita, ou faga clic na pestana  **Enunciado** na parte inferior entre «Axuda» e «Calculos».

● Borrado de datos anteriores

Se a folla «Enunciado» contén datos que non lle interesan, faga clic con rato en o botón **Borrar datos** e faga clic no botón **Aceptar** do cadro de diálogo que aparecerá.

Tamén pode ir ao menú

Editar → Seleccionar → Seleccionar as celas desprotexidas

e premer na tecla **Supr**.

Borraranse tódolos datos e aparecerán as opcións por defecto.

● Datos


Elixa os datos en calquera das dúas celas de cor salmón e bordo vermello baixo Datos.

Faga clic co rato na cela, faga clic na frecha da dereita , e elixa la magnitude entre as propostas.

Faga clic nas celas de cor branca e bordo azul, , e escriba nelas os valores dos datos.

Pode escribir valores en notación científica co formato habitual da folla de cálculo «0,00E+00» ou en formato de texto. No primeiro caso, o valor $5,98 \cdot 10^{14}$ escribiríase: 5,98E14.


No segundo caso, para escribir superíndices, prema a tecla «^» antes de cada cifra ou signo. O punto de multiplicación «·» obtense coa combinación de teclas « \uparrow »3 (maiúsculas 3). Así, para obter $5,98 \cdot 10^{14}$, escriba 5,98 « \uparrow »3 10^1 ^4 e borre os espazos. Tamén pode seleccionar co rato o dato $5,98 \cdot 10^{14}$, premer xuntas as teclas «Ctrl» C, para copialo, facer clic na cela da folla de cálculo, premer xuntas as teclas «Ctrl» « \uparrow » V, (pegado especial) e elixir «Texto sen formato».

Elixa as unidades nas celas de cor salmón e bordo vermello  , á dereita dos valores.

Faga clic co rato na cela, faga clic na frecha da dereita , e elixa a unidade idónea.

● Incógnitas

Elixa as incógnitas en calquera das dúas celas de cor salmón e bordo vermello, baixo Incógnitas.

Faga clic co rato na cela, faga clic na frecha da dereita , e elixa a magnitude entre as propostas.

● Cálculos intermedios e incógnitas

Aparecerán baixo Cálculos intermedios as magnitudes que deberán calcularse antes das incógnitas.

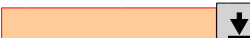
Se quere mostrar os resultados cun número de cifras significativas distinto de 3, faga clic na cela de cor branca e bordo azul e escriba nela o número de cifras significativas co que desexa que aparezan os resultados na cela: cifras significativas.

Se a deixa en branco, os resultados aparecerán con 3 cifras significativas.

Faga clic nas celas de cor branca e bordo azul, e escriba os valores nelas.

Pode escribir fórmulas nesas celas. Deberá comezar co signo «=» seguido cun número ou unha referencia a unha cela, e os operadores «+», «-», «*» ou «/» xunto con outros números ou referencias. Pode empregar as letras «q», «m», «h» e «v», no canto das referencias C7, C8, C9 ou C10, ou escribir os valores desas constantes.

Elixa as unidades nas celas de cor salmón e bordo vermello á dereita dos valores.

Faga clic co rato na cela, faga clic na frecha da dereita , e elixa a unidade idónea.

Á dereita de , aparece a porcentaxe resolta do exercicio.

● Cálculos

Na páxina «Calculos» aparecen as respostas. Se quere consultalas, manteña pulsada a tecla «Ctrl» mentres fai clic na opción que se atopan na parte superior do centro da páxina, ou faga clic na pestana inferior .

◆ **Problemas**


1. A lonxitude de onda máxima capaz de producir efecto fotoeléctrico nun metal, é 4500 Å:
 - a) Calcula o traballo de extracción.
 - b) Calcula o potencial de freado se a luz incidente é de $\lambda = 4000 \text{ \AA}$.
 - c) Habería efecto fotoeléctrico con luz de $5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$?

Datos: $e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$; $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

(P.A.U. xuño 10)


Rta.: a) $W_0 = 4,4 \cdot 10^{-19} \text{ J}$; b) $V = 0,34 \text{ V}$

Ecuacións

Pode ver as ecuacións a empregar facendo clic na cela de cor salmón á dereita de Ir a..., clic na frecha da dereita  e elixindo «Ecuacións».

A	B	C	D	E	F	G	H
Efecto fotoeléctrico	Completado	0 %				Ir a...	

Axuda

Pode ver a axuda facendo clic na cela «J1», clic na frecha da dereita  e elixindo «Axuda».

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Efecto fotoeléctrico	Completado	0 %				Ir a...			

Introdución de datos.

Se hai datos doutro problema, pode borrarlos todos, en LibreOffice 6.4 ou posterior, elixindo no menú:

Editar → Seleccionar → Seleccionar as celas desprotexidas

e premendo a tecla «Supr».

Tamén pode borrarlas facendo clic con o rato en o botón **Borrar datos** e clic no botón **Aceptar** do cadro de diálogo que aparecerá.

A folla de cálculo: «FotoelectricoGal.ods» non admite a unidade Å, polo que haberá que converter esas cantidades a metros ou nanómetros.

Faga clic nas celas de cor salmón da esquerda e elixa unha magnitude entre as propostas. Escriba o valor da magnitude. Faga clic nas celas de cor salmón da dereita e elixa unha unidade entre as propostas.

Escriba os valores facendo clic nas celas de cor branca e elixa as unidades facendo clic nas celas de cor salmón á súa dereita.

Faga clic na cela cor salmón debaixo de «Datos» e elixa **Lonxitude de onda limiar**.


Para escribir a lonxitude de onda limiar faga clic na cela de cor branca á dereita de $\lambda_0 =$ e teclee: 450 (se vai escoller como unidade nm) ou $4,5 \cdot 10^{-7}$ (se escolle m). Neste caso escriba 4,5 « \uparrow » $3 \cdot 10^{-7}$ e borre os espazos. Tamén pode escribir 4,5E-7, que aparecerá na folla como 4,50E-07.

Faga algo similar para a lonxitude de onda dos fotóns. Por exemplo escriba $4 \cdot 10^{-7}$ e borre os espazos. Elix a «m».

Datos	
Lonxitude de onda limiar	$\lambda_0 =$ <input type="text" value="450"/> nm
Lonxitude de onda dos fotóns	$\lambda =$ <input type="text" value="4·10<sup>-7</sup>"/> m

Introdución de incógnitas.

Incógnitas	3 cifras significativas
<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>

Faga clic nas celas de cor salmón e elixa unha opción entre as propostas, facendo clic na frecha da dereita , que aparecerá.

Nas dúas primeiras, pode elixir entre as magnitudes que aparecen na lista de opcións. Na terceira sou o pode elixir «Lonxitude de onda de De Broglie».

Neste problema deberá elixir: «Traballo de extracción» para o apartado a) e «Potencial de freado dos electróns», para o apartado b).

Aparecerán as magnitudes que deberá calcular antes das incógnitas:

Cálculos intermedios		3 cifras significativas
Frecuencia limiar	$f_0 =$	
Frecuencia dos fotóns	$f =$	
Energía dos fotóns	$E =$	
Energía cinética dos electróns	$E_e =$	

Faga clic na cela de cor branca e bordo azul á esquerda de **cifras significativas**. Escriba, se o desexa, o número de cifras significativas con que quere que aparezan os resultados. Se non o fai, aparecerán con tres cifras significativas.

Deberá calcular primeiro a **frecuencia limiar**.

Faga clic na cela de cor salmón e elixa «Hz». Desaparecerá a mensaxe **UNIDADE!**.

A ecuación é: $c = \lambda \cdot f$. Despexando a frecuencia:

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

Faga clic na cela de cor branca e bordo azul á dereita de $f_0 =$ e escriba: «=v/(C4*1E-9)».

Frecuencia limiar	$f_0 =$	=v/(C4*1E-9) Hz
-------------------	---------	-----------------

«v» representa a velocidade da luz no baleiro. (LibreOffice non permite asignarlle a letra «c»)

Velocidade da luz no baleiro (c)	v =	299 792 458 m/s	3,00·10 ⁸ m/s
----------------------------------	-----	-----------------	--------------------------

«C4» é a cela onde se atopa a lonxitude de onda limiar «450» expresada en nm.

Haberá que converter os «nm» en «m» multiplicando por 10⁻⁹.

$$450 \text{ nm} = 450 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

Se non quere empregar a letra «v» para a velocidade da luz, pode facer clic na cela de cor branca e teclear

«=», facer clic na cela «C10», que contén o valor da velocidade da luz, e escribir «/(», facer clic na cela

«C4», que contén a lonxitude de onda limiar, escribir «*1E-9)», e premer a tecla ↵ («Intro»).

Na liña de entrada, a fórmula que aparece é «=C10/(C4*0,000000001)».

O resultado que se mostra é:

Frecuencia limiar	$f_0 =$	6,662055E+14 Hz	6,66·10 ¹⁴ Hz	✓
-------------------	---------	-----------------	--------------------------	---

O primeiro número é o resultado da fórmula que escribimos en formato de folla de cálculo. Á súa dereita aparece escrita da maneira habitual, coas cifras significativas que eliximos.

O signo «✓» á dereita indica que o resultado é o correcto.

Siga o mesmo procedemento para a **frecuencia dos fotóns**.

Faga clic na cela de cor salmón e elixa «Hz».

Faga clic na cela de cor branca e bordo azul á dereita de $f =$ e escriba: «=v/AVALOR(C5)».

Frecuencia dos fotóns	$f =$	=v/AVALOR(C5) Hz
-----------------------	-------	------------------

«v» representa a velocidade da luz no baleiro. (LibreOffice non permite asignarlle a letra «c»)

«C5» é a cela onde se atopa a lonxitude de onda «4·10⁻⁷» escrita nun formato que a folla de cálculo non entende.

AVALOR() é unha función das macros que converte un texto con aspecto de número nun número.

$$\text{AVALOR}("4 \cdot 10^{-7}") = 4\text{E}-07$$

Se non quere empregar a letra «v» para a velocidade da luz, pode facer clic na cela de cor branca e teclear

«=», facer clic na cela «C10», que contén o valor da velocidade da luz, e escribir «/AVALOR(», facer clic na

cela «C5», que contén a lonxitude de onda dos fotóns, escribir «)», e premer a tecla ↵ («Intro»).

Na liña de entrada, a fórmula que aparece é «=C10/AVALOR(C5)».

O resultado que se mostra é:

Frecuencia dos fotóns	$f =$	7,494811E+14 Hz	7,49·10 ¹⁴ Hz	✓
-----------------------	-------	-----------------	--------------------------	---

A folla de cálculo non fará desaparecer as mensaxes **UNIDADE!** e **CÁLCULO!**, aínda que o cálculo sexa correcto, mentres non elixa as unidades adecuadas.

Agora deberá calcular a enerxía **dos fotóns**.

A ecuación é: $E = h \cdot f$.

Faga clic na cela de cor salmón e elixa «J».

Faga clic na cela de cor branca e bordo azul á dereita de $E =$ e escriba: «=h*C13».

Tamén pode comezar escribindo «=h*», facer clic co rato na cela «C13» onde se atopa a frecuencia, e premer a tecla \leftarrow («Intro»).

Enerxía dos fotóns $E =$ =h*C13 J

«h» representa a constante de Planck.

Constante de Planck $h =$ 6,62607E-34 J·s $6,63 \cdot 10^{-34}$ J·s

«C13» é a cela onde se atopa a frecuencia.

Se non quere empregar a letra «h» para a constante de Planck, pode facer clic na cela de cor branca e teclear «=», facer clic na cela «C9» que contén o valor da constante de Planck e escribir «*», facer clic na cela «C13» que contén a frecuencia dos fotóns, e premer a tecla \leftarrow («Intro»)

Na liña de entrada, a fórmula que aparece é «=C9*C13».

O resultado que se mostra é:

Enerxía dos fotóns $E =$ 4,966115E-19 J $4,97 \cdot 10^{-19}$ J ✓

Para poder calcular a enerxía **cinética dos electróns** é necesario calcular antes o **traballo de extracción**, que aparece baixo **Incógnitas**.

A ecuación do traballo de extracción é: $W_0 = h \cdot f_0$.

Faga clic na cela de cor salmón e elixa «J».

Faga clic na cela de cor branca e bordo azul á dereita de $W_0 =$ e escriba: «=h*C12».

Incógnitas 3 cifras significativas

Traballo de extracción $W_0 =$ =h*C12 J

«C12» é a cela onde se atopa a frecuencia limiar.

Se non quere empregar a letra «h» para a constante de Planck, pode facer clic na cela de cor branca e teclear «=», facer clic na cela «C9» que contén o valor da constante de Planck e escribir «*», facer clic na cela «C12» que contén a frecuencia limiar, e premer a tecla \leftarrow («Intro»)

Na liña de entrada, a fórmula que aparece é «=C9*C12».

O resultado que se mostra é:

Traballo de extracción $W_0 =$ 4,414324E-19 J $4,41 \cdot 10^{-19}$ J ✓

O último cálculo intermedio e o da **enerxía cinética dos electróns**.

Faise coa ecuación de Einstein do efecto fotoeléctrico: $E = W_0 + E_e$.

Despexando a enerxía dos electróns: $E_e = E - W_0$

Faga clic na cela de cor salmón e elixa «J».

Faga clic na cela de cor branca e bordo azul á dereita de $E_e =$ e escriba: «=C14 - C18».

Tamén pode comezar escribindo «=», facer clic co rato na cela «C14» onde se atopa a enerxía dos fotóns, escribir o signo «-», facer clic co rato na cela «C18» onde se atopa o traballo de extracción, e premer a tecla \leftarrow («Intro»).

Enerxía cinética dos electróns $E_e =$ = C14 - C18 J

«C14» é a cela onde se atopa a enerxía dos fotóns e «C18» a cela co traballo de extracción.

O resultado que se mostra é:

Enerxía cinética dos electróns $E_e =$ 5,517905E-20 J $5,52 \cdot 10^{-20}$ J ✓

Agora xa pode calcular o resultado que falta.

O **potencial de freado dos electróns** calcúlase a partir da enerxía cinética dos electróns.

A ecuación é: $E_e = q_e \cdot V_e$. Despexando:

$$V_e = \frac{E_e}{q_e}$$

Faga clic na cela de cor salmón e elixa «V».

Faga clic na cela de cor branca e bordo azul á dereita de $V_e =$ e escriba: «=C15/q».

Tamén pode comezar escribindo «=», facer clic co rato na cela «C15» onde se atopa a enerxía cinética dos electróns, escribir «/», facer clic co rato na cela «C9», que contén o valor absoluto da carga do electrón, e premer a tecla \leftarrow («Intro»).

Potencial de freado dos electróns $V_e =$ =C15/q m/s

«q» representa o valor absoluto da carga do electrón.

Carga do electrón (en valor absoluto) $|q_e| =$ 1,60218E-19 C 1,60·10⁻¹⁹ C

«C15» é a cela onde se atopa a enerxía cinética dos electróns.

O resultado que se mostra é:

Potencial de freado dos electróns $V_e =$ 0,34440 055 V 0,344 V \sqrt

Se a incógnita fose a **velocidade dos electróns**, tería que facer clic nunha das incógnitas, por exemplo «Potencial de freado dos electróns» e cambiála por:

Velocidade máxima dos electróns

A velocidade dos electróns calcularíase a partir da enerxía cinética.

A ecuación é: $E_e = \frac{1}{2} m_e \cdot v_e^2$.

Despexando:

$$v_e = \sqrt{\frac{2 \cdot E}{m_e}}$$

Faga clic na cela de cor salmón e elixa «m/s».

Faga clic na cela de cor branca e bordo azul á dereita de $v_e =$ e escriba a fórmula: «=RAÍZC(2*C15/m)».

Velocidade máxima dos electróns $v_e =$ =RAÍZC(2*C15/m) m/s

«RAÍZC», é unha función de LibreOffice, que calcula a raíz cadrada dun número ou dunha expresión.

«C15» é a cela onde se atopa a enerxía dos electróns.

«m» representa a masa do electrón.

Masa do electrón $m_e =$ 9,10938E-31 kg 9,11·10⁻³¹ kg

Se non quere empregar a letra «m» para a masa do electrón, pode facer clic na cela de cor branca e teclear «=RAÍZC(2*», facer clic na cela «C15» que contén o valor da enerxía dos electróns, escribir «/», facer clic na cela «C8» que contén a masa do electrón, escribir «)», e premer a tecla \leftarrow («Intro»)

Na liña de entrada, a fórmula que aparece é «=RAÍZC(2*C15/C8)».

O resultado que se mostra é:

Velocidade máxima dos electróns $v_e =$ 348 062,82 m/s 3,48·10⁵ m/s \sqrt

Aínda que non pertence ao tema de efecto fotoeléctrico, o cálculo da lonxitude de onda de De Broglie dos electróns emitidos aparece nalgún problema das probas de acceso.

Pode elixir calcular a **lonxitude de onda de De Broglie dos electróns emitidos** facendo clic na terceira cela de cor salmón baixo **Incógnitas**, e escoller esta opción.

Para poder calculala, ten que calcular a velocidade máxima dos electróns.

Faga clic na cela de cor salmón e elixa «m».

Faga clic na cela de cor branca e bordo azul á dereita de λ_b e escriba: «=h/(m*C19)».

Tamén pode comezar escribindo «=h/(m*», facer clic co rato na cela «C19» onde se atopa a velocidade máxima dos electróns., escribir «)», e premer a tecla \leftarrow («Intro»).

Lonxitude de onda de De Broglie $\lambda_b =$ =h/(m*C19) m

«h» representa a constante de Planck, e «m» refírese ao valor da masa do electrón.

«C19» é a cela onde se atopa a velocidade máxima dos electróns.

Se non quere empregar a letras «h» e «m» para a constante de Planck e a masa do electrón, pode facer clic na cela de cor branca e teclear «=», facer clic na cela «C9» que contén o valor da constante de Planck e escribir «/», facer clic na cela «C8» que contén a masa do electrón, escribir «*», facer clic na cela «C19» que contén a velocidade máxima dos electróns, escribir «)», e premer a tecla \leftarrow («Intro»).

Na cela de cor branca, a fórmula que aparece é «=C9/(C8*C9)».

O resultado que se mostra é:

Lonxitude de onda de De Broglie $\lambda_b =$ 2,089823E-09 m 2,09·10⁻⁹ m \sqrt

Se desexase elixir como unidade «nm» no canto de «m», debe incluír na fórmula «*1E-9». A fórmula agora sería: «=C9/(C8*C9)*1E9».

Para resolver o último apartado deste problema:

c) Habería efecto fotoeléctrico con luz de $5 \cdot 10^{14}$ Hz?
cambie o segundo dos datos da folla, facendo clic en:

Lonxitude de onda dos fotóns

clic na frecha da dereita , e elixa:

Frecuencia dos fotóns

Faga clic na cela de cor salmón da dereita e elixa «Hz». Desaparecerá a mensaxe **UNIDADE!**.

Faga clic na cela de cor branca e bordo azul á dereita de $f =$ e escriba: «5E14».

Na folla verase como:

Frecuencia dos fotóns

$f =$

5,00E+14 Hz

Á dereita de «Incógnitas» pode ver que non se produce o efecto fotoeléctrico.

Incógnitas

Non se produce

3 cifras significativas

Aparece un erro na «Velocidade máxima dos electróns».

Velocidade máxima dos electróns

$v_e =$

Err:502 m/s

Err:502 m/s

Se o dato fose unha frecuencia superior á frecuencia limiar o resultado da velocidade dos electróns tería un valor no canto dun erro.

Sumario

PROBLEMAS DE EFECTO FOTOELÉCTRICO.....	1
● <i>Comezo.....</i>	<i>1</i>
● <i>Borrado de datos anteriores.....</i>	<i>1</i>
● <i>Datos.....</i>	<i>1</i>
● <i>Incógnitas.....</i>	<i>2</i>
● <i>Cálculos intermedios e incógnitas.....</i>	<i>2</i>
● <i>Cálculos.....</i>	<i>2</i>
◇ PROBLEMAS.....	3
1. A lonxitude de onda máxima capaz de producir efecto fotoeléctrico nun metal, é 4500 Å:.....	3