


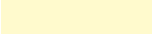
PROBLEMAS DE EFECTO FOTOELÉCTRICO





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 e scriba nelas os valores dos datos.

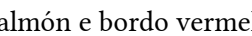
Pode escribir valores en notación científica co formato habitual da folla de cálculo «0,00E+00» ou en formato de texto. No primeiro caso, o valor $5,98 \cdot 10^{14}$ escribiríase: 5,98E14.


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 **Completado**, 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 **Cálculos** que se atopan na parte superior do centro da páxina, ou faga clic na pestana inferior  **Calculos**.

◆ **Problemas**

1. Nunha célula fotoelétrica, o cátodo ilumínase cunha radiación de lonxitude de onda $\lambda = 3 \cdot 10^{-7}$ m.
 - a) Estude se a radiación produce efecto fotoelétrico, considerando que o traballo de extracción representa a unha frecuencia de $7,0 \cdot 10^{14}$ Hz.
 - b) Calcule a velocidade máxima dos electróns arrancados e a diferenza de potencial que hai que aplicar entre ánodo e cátodo para que se anule a corrente fotoelétrica.
- DATOS: $|q_e| = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C; $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg; $c = 3 \cdot 10^8$ m·s⁻¹; $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J·s. (A.B.A.U. ord. 22)
- Rta.: b) $v = 6,6 \cdot 10^5$ m/s; $V = 1,24$ 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 fotoelétrico		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 fotoelétrico		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 dos fotóns**.

Para escribir a lonxitude de onda limiar faga clic na cela de cor branca á dereita de $\lambda_0 =$ e teclee: 300 (se vai escoller como unidade nm) ou $3 \cdot 10^{-7}$ (se escolle m). Neste caso escriba 3 «↑» $3 \cdot 10^{-7}$ e borre os espazos.

Tamén pode escribir 3E-7, que aparecerá na folla como 3,00E-07.

Faga clic na cela salmón á súa dereita e escolla a unidade («m» ou «nm»).

Na cela inferior, elixa **Frecuencia limiar**. Faga clic na cela de cor branca á dereita de $f_0 =$ e teclee: 7,0 «↑» $7 \cdot 10^{14}$ e borre os espazos. Tamén pode escribir 7E14, que aparecerá na folla como 7,00E+14.

Faga clic na cela salmón á súa dereita e escolla a unidade («Hz»).


Datos

Lonxitude de onda dos fotóns	$\lambda =$	3·10 ⁻⁷	m
Frecuencia limiar	$f_0 =$	7,0·10 ¹⁴	Hz

Introdución de incógnitas.

Incógnitas

3 cifras significativas

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 só pode elixir «Lonxitude de onda de De Broglie».

Neste problema deberá elixir: «Velocidade máxima dos electróns» 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 dos fotóns	$f =$	
Traballo de extracción	$W_0 =$	
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.

Para calcular 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(C4)».

Frecuencia dos fotóns $f =$ =v/AVALOR(C4) 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 3,00·10⁸ m/s

«C5» é a cela onde se atopa a lonxitude de onda «3·10⁻⁷» 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.

AVALOR("3·10⁻⁷") = 3E-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 «C4», 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(C4)».

O resultado que se mostra é:

Frecuencia dos fotóns $f =$ 9,993082E+14 Hz 9,99·10¹⁴ 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.

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

Para calcular o **Traballo de extracción**:

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

A ecuación é: $W_0 = h \cdot f_0$.

Faga clic na cela de cor branca e bordo azul á dereita de $W_0 =$ e escriba: «=h*AVALOR(C5)».

Traballo de extracción $W_0 =$ =h*AVALOR(C5) Hz

«h» representa a constante de Planck.

Constante de Planck $h =$ 6,62607 004E-34 J·s 6,63·10⁻³⁴ m/s

«C5» é a cela onde se atopa a frecuencia limiar «7,0·10¹⁴».

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 «/AVALOR(», facer clic na cela «C5», que contén a frecuencia limiar, escribir «)», e premer a tecla «Intro».

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

O resultado que se mostra é:

Traballo de extracción	$W_0 =$	4,638249E-19 J	4,64·10 ⁻¹⁹ Hz	✓
------------------------	---------	----------------	---------------------------	---

Para 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 «C12» onde se atopa a frecuencia, e premer a tecla ← («Intro»).

Enerxía dos fotóns	$E =$	=h*C12 J		
--------------------	-------	----------	--	--

«h» representa a constante de Planck, e «C12» 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 «C12» que contén a frecuencia dos fotóns, e premer a tecla ← («Intro»).

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

O resultado que se mostra é:

Enerxía dos fotóns	$E =$	6,621486E-19 J	6,62·10 ⁻¹⁹ J	✓
--------------------	-------	----------------	--------------------------	---

Para poder calcular a enerxía **cinética dos electróns** ten que empregar a ecuación de Einstein do efecto fotoeléctrico: $E = W_0 + E_e$. Despexando: $E_e = E - W_0$.

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

Faga clic na cela de cor branca e bordo azul á dereita de $E_e =$, escriba: «=», faga clic na cela «C14», escriba: «-» e faga clic na cela «C13», e premer a tecla ← («Intro»)

Incógnitas			3 cifras significativas	
-------------------	--	--	-------------------------	--

Enerxía cinética dos electróns	$E_e =$	=C14-C13 J		
--------------------------------	---------	------------	--	--

Se prefire escribir todo, escriba: «=C14-C13», e preme na tecla ← («Intro»)

«C14» é a cela onde se atopa a enerxía dos fotóns.

«C13» é a cela onde se atopa o traballo de extracción.

O resultado que se mostra é:

Enerxía cinética dos electróns	$W_0 =$	1,983237E-19 J	1,98·10 ⁻¹⁹ J	✓
--------------------------------	---------	----------------	--------------------------	---

Agora xa pode calcular as **Incógnitas**.

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: $v_e = \sqrt{\frac{2 \cdot E_e}{m_e}}$

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 e «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 ← («Intro»)

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

O resultado que se mostra é:

Velocidade máxima dos electróns	$v_e =$	659 869,16 m/s	6,60·10 ⁵ m/s	✓
---------------------------------	---------	----------------	--------------------------	---

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 «Intro».

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

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

Carga do electrón (en valor absoluto) $|q_e| =$ C C

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

O resultado que se mostra é:

Potencial de freado dos electróns $V_e =$ V

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*C18)».

Tamén pode comezar escribindo «=h/(m*», facer clic co rato na cela «C18» onde se atopa a velocidade máxima dos electróns, escribir «)», e premer a tecla «Intro».

Lonxitude de onda de De Broglie $\lambda_b =$ m

«h» representa a constante de Planck, e «m» representa a 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 «C18» que contén a velocidade máxima dos electróns, escribir «)», e premer a tecla «Intro».

Na cela de cor branca, a fórmula que aparece é «=C9/(C8*C18)».

O resultado que se mostra é:

Lonxitude de onda de De Broglie $\lambda_b =$ m m"/>

Se desexase elixir como unidade «nm» no canto de «m», debe incluír na fórmula «*1E-9». A fórmula agora sería: «=C9/(C8*C18)*1E9».

2. O traballo de extracción para o sodio é de 2,50 eV. Calcula:
- A lonxitude de onda da radiación que debemos usar para que a velocidade máxima dos electróns emitidos sexa de $1,00 \cdot 10^7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
 - O potencial de freado.
 - A lonxitude de onda de De Broglie asociada aos electróns emitidos polo metal con velocidade máxima.

Datos: $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; $|q(e)| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$; $m(e) = 9,1 \cdot 10^{-31}$.

(A.B.A.U. extr. 18)

Rta.: a) $\lambda = 4,33 \text{ nm}$; b) $V = 284 \text{ V}$; c) $\lambda_B = 72,9 \text{ pm}$.

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».

Faga clic na cela cor salmón debaixo de «Datos» e elixa «Traballo de extracción».

Para escribir o seu valor faga clic na cela de cor branca á dereita de $W_0 =$ e teclee: «2,5».

Faga clic na cela salmón á súa dereita e escolla a unidade «eV».

Na cela inferior, elixa «Velocidade máxima dos electróns».

Faga clic na cela de cor branca á dereita de $v_e =$ e teclee: 1E7, que aparecerá na folla como 1,00E+07.

Faga clic na cela salmón á súa dereita e escolla a unidade («m/s»).

Cálculos intermedios

Enerxía cinética dos electróns: $E_e = \frac{1}{2} m_e \cdot v_e^2$

Faga clic na cela salmón á súa dereita e escolla a unidade «J».

Faga clic na cela de cor branca á dereita de $E_e = e$ e teclee: «= $m \cdot C5^2/2$ ». Na folla verá:

Enerxía cinética dos electróns $E_e =$ ✓

«m» representa a masa do electrón, «C5» é a cela que contén o valor da súa velocidade, «^2» indica que está elevada ao cadrado e «/2» divide o resultado entre 2.

Enerxía dos fotóns: $E = W_o + E_e$

Faga clic na cela salmón á súa dereita e escolla a unidade «J».

Faga clic na cela de cor branca á dereita de $E =$ e teclee: «= $q \cdot C4 + C12$ ». Na folla verá:

Enerxía dos fotóns $E =$ ✓

«q» representa a carga do electrón, «C4» é a cela que contén o valor do traballo de extracción en eV, e «C12» é a cela que contén o valor da enerxía cinética dos electróns.

« $q \cdot C4$ » converte os «eV» en «J». Tamén pode pasar os «eV» a «J» coa función «CONVERTER». Nese caso teclee: «= $CONVERTER(C4;D3;D13)+C12$ »

Frecuencia dos fotóns: $E = h \cdot f \Rightarrow f = E / h$

Faga clic na cela salmón á súa dereita e escolla a unidade «Hz».

Faga clic na cela de cor branca á dereita de $f =$ e teclee: «= $C13/h$ ». Na folla verá:

Frecuencia dos fotóns $f =$ ✓

«C13» é a cela que contén o valor da enerxía dos fotóns e «h» é a constante de Planck.

Incógnitas

Lonxitude de onda dos fotóns: $c = \lambda \cdot f \Rightarrow \lambda = c / f$

Faga clic na cela salmón á súa dereita e escolla a unidade «m».

Faga clic na cela de cor branca á dereita de $\lambda =$ e teclee: «= $c/C14$ ». Na folla verá:

Lonxitude de onda dos fotóns $\lambda =$ ✓

«c» é a velocidade da luz no baleiro e «C14» é a cela que contén o valor da frecuencia dos fotóns.

Potencial de freado dos electróns: $E_e = q_e \cdot V_e \Rightarrow V_e = E_e / q_e$

Faga clic na cela salmón á súa dereita e escolla a unidade «V».

Faga clic na cela de cor branca á dereita de $V_e =$ e teclee: «= $C12/q$ ». Na folla verá:

Potencial de freado dos electróns $V_e =$ ✓

«C12» é a cela que contén o valor da enerxía cinética dos electróns e «q» é a carga do electrón.

Lonxitude de onda de De Broglie dos electróns emitidos: $\lambda_b = h / (m_e \cdot v_e)$

Faga clic na cela salmón á súa dereita e escolla a unidade «m».

Faga clic na cela de cor branca á dereita de $\lambda_b =$ e teclee: «= $h/(m \cdot C5)$ ». Na folla verá:

Lonxitude de onda de De Broglie $\lambda_b =$ ✓

«h» é a constante de Planck, «m» é a masa dos electróns e «C5» é a cela que contén o valor da súa velocidade.

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. Nunha célula fotoeléctrica, o cátodo ilumínase cunha radiación de lonxitude de onda $\lambda = 3 \cdot 10^{-7}$ m....	3
2. O traballo de extracción para o sodio é de 2,50 eV. Calcula:.....	6