

MA0748 - FISICA PER I DISPOSITIVI IOT

Lorenzo Santi

AA 2021/22 – Esercitazione 6
Caratterizzazione dell'effetto fotoelettrico

Alcune note introduttive all'esperienza ed alla stesura della relazione.

- Questa esperienza verrà condotta con un diverso tipo di laboratorio remoto: vi saranno otto postazioni di lavoro che possono essere utilizzate da un solo utente alla volta. Ne segue che alcuni gruppi dovranno accorparsi per poter effettuare le misure
- Le postazioni di lavoro sono accessibili sono mediante prenotazione effettuata dal docente: in caso sia necessario un recupero, deve essere concordato con me.
- Da ora in poi nella valutazione delle relazioni sarò molto più attento alle parti «contesto teorico» e «principio di misura», che non possono essere confuse con un elenco di strumentazioni o simili. Ad esempio, mi aspetto che nel contesto teorico si parli del modello di fotone e della fenomenologia dell'effetto fotoelettrico, in quello del principio di misura della misura del potenziale d'arresto e la sua connessione con l'energia rilasciata dal fotone. Tutto questo lo potete recuperare dalle slide del corso

L'esperienza consiste nel testare il modello di fotone utilizzato nella spiegazione del fenomeno fotoelettrico.

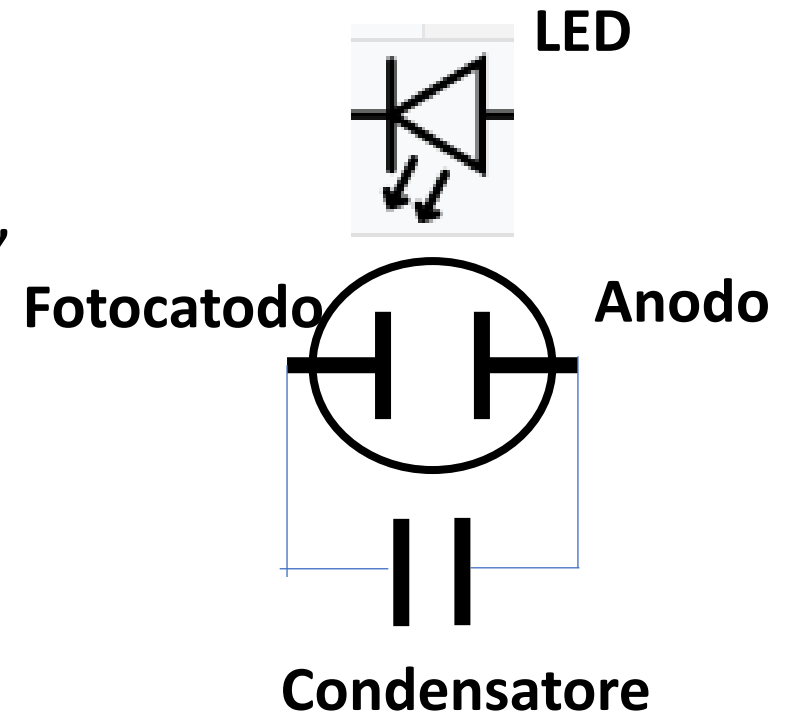
Il fine minimale è quello di misurare il valore della costante di Plank (almeno in maniera approssimata) e quello del lavoro di estrazione del metallo utilizzato per il fotocatodo dell'esperienza

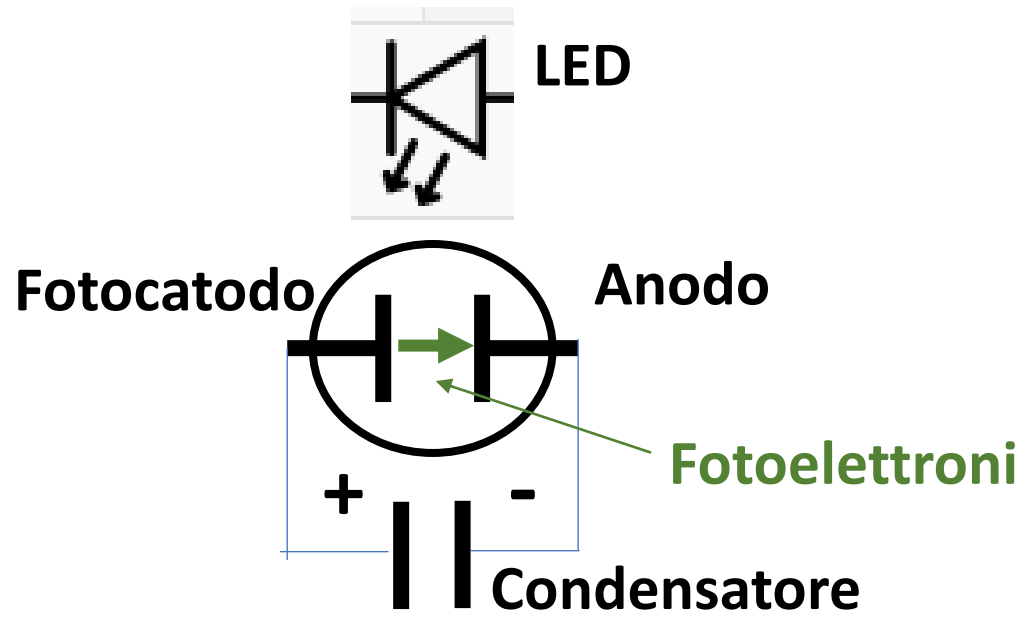
Per gli «sperimentatori più che abili» c'è anche il fine di verificare che la tensione d'arresto non dipende dall'intensità luminosa incidente ma solo dalla frequenza della luce utilizzata.

Mi attendo nella relazione una spiegazione del significato delle relazioni utilizzate per questi due scopi, sulla base del modello utilizzato per interpretare il fenomeno.

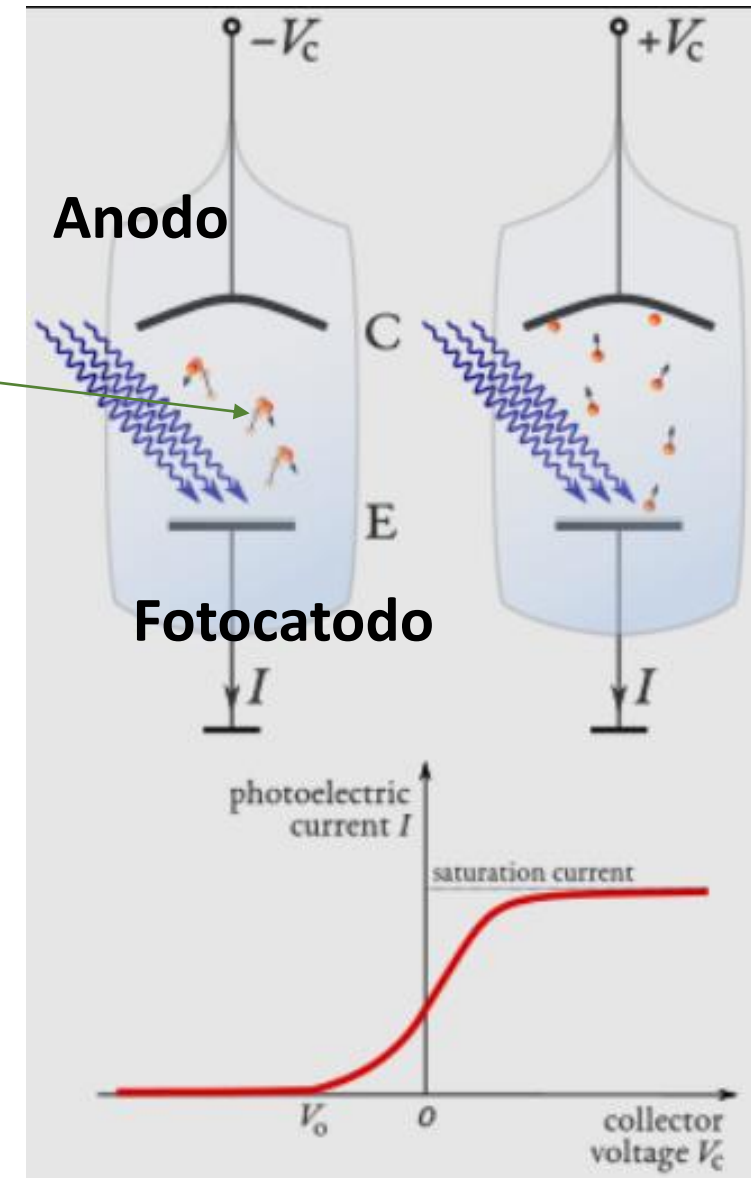
L'apparato sperimentale consiste in

- una serie di LED che emettono luce a diverse lunghezze d'onda
- Un fotocatodo, illuminato dalla luce dei LED, che emette elettroni per effetto fotoelettrico. Gli elettroni vengono raccolti dall'anodo del dispositivo
- Un condensatore, che viene caricato dalla corrente generata dal moto degli elettroni da fotocatodo ad anodo





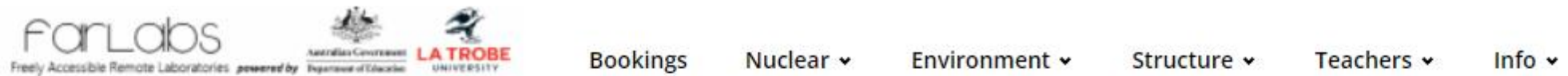
La corrente carica il condensatore in maniera tale che la tensione risultante contrasti il moto degli elettroni da fotocatodo ad anodo, fino ad annullare la corrente ad essa associata. La tensione a cui ciò avviene è la **tensione di arresto** che servirà nella fase di analisi dati dell'esperienza.



Passiamo al laboratorio remoto. Per effettuare la misura è necessario collegarsi al sito

[Freely Accessible Remote Laboratories \(farlabs.edu.au\)](http://farlabs.edu.au)

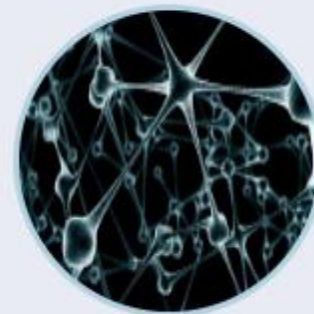
Vi comparirà la seguente schermata



Nuclear



Environment

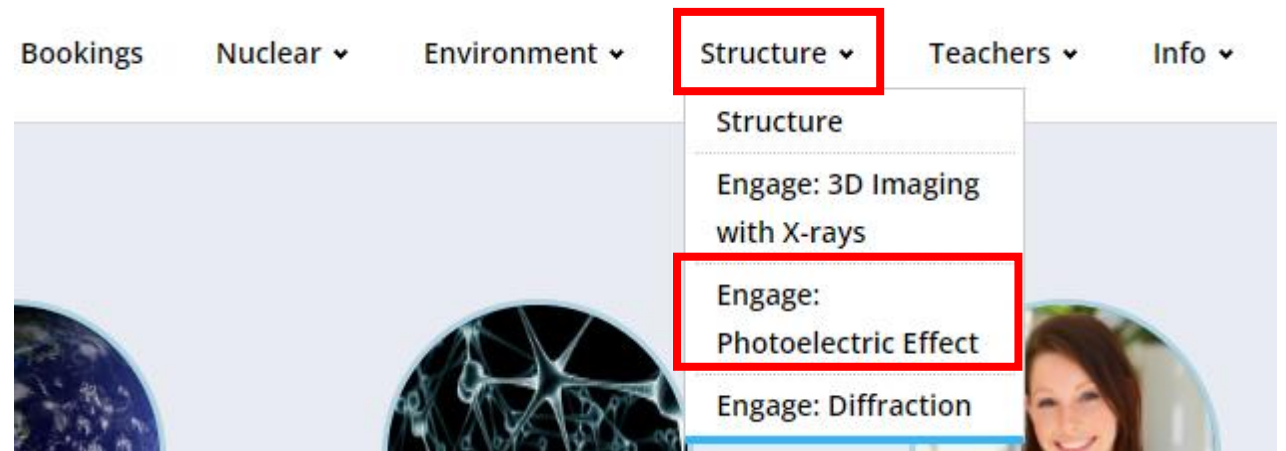


Structure



For Teachers

Sul ribbon superiore selezionare **Structure** e dal pop-down menu, **Photoelectric Effect**
Nella schermata successiva selezionare **EXPLORE**



Engage: Photoelectric Effect

Home → Structure → Engage: Photoelectric Effect



Vi comparirà una schermata contenente sul lato sinistro la lista delle otto postazioni disponibili e su quello destro una illustrazione del metodo di misura. Selezionate la postazione a voi assegnata.

Experimental stations

Station 1 (Currently free)

Station 2 (Currently free)

Station 3 (Currently free)

Station 4 (Currently free)

Station 5 (Currently free)

Station 6 (Currently free)

Station 7 (Currently free)

Station 8 (Currently free)

The Photoelectric Effect

The photoelectric effect is all about kicking electrons out of metals, using light.

When the light strikes the metal, its energy is transferred to the electrons. Different wavelengths (or colours) of light carry different amounts of energy. If the light has a high enough energy, the electrons will escape from the surface of the material. If the energy of the light is too low, then it will not. Thus there is a threshold of energy needed for the metal to lose an electron, and this threshold is different for different materials.

To investigate this phenomenon, you will be using the following pieces of equipment:

- Light sources: a set of six LEDs ([light emitting diodes](#)) of various colours, with known wavelengths. The wavelength can be used to calculate the energy carried by the light.
- Electron emitter: this is the metal target, a [photocathode](#) that emits electrons when hit by light of high enough energy.
- Electron collector: a [capacitor](#), which will collect the electrons ejected from the photocathode.

When we shine light on the metal (photocathode), we need some way of detecting when electrons are emitted. In this experiment, a nearby capacitor is used to collect the electrons. The build up of charge causes an increase in the voltage across the capacitor. Thus, the capacitor voltage is related to the emission of electrons by the photocathode.

Part 1: Stopping Voltage

As charge builds up on the capacitor, an electric field develops which acts to repel any more electrons from reaching it. Eventually, when enough charge collects on the capacitor, this repelling electric field will be strong enough to completely stop any incoming electrons, and therefore the capacitor will stop charging. On a plot of capacitor voltage versus time (shown below), the stopping voltage is the 'plateau'.

Vi comparirà la schermata accanto.

Per poter effettuare le misure bisogna inserire la password studente, che vi verrà fornita durante l'esercitazione.

Chi inserirà la password assume il controllo della postazione e potrà visualizzare i risultati delle misure. Gli altri potranno vedere solo lo streaming della videocamera con il led acceso (niente grafici!).

Potete decidere eventualmente di ruotare tra di voi il controllo della postazione.

ForLabs
Freely Accessible Remote Laboratories powered by Australian Government Department of Education LATROBE UNIVERSITY

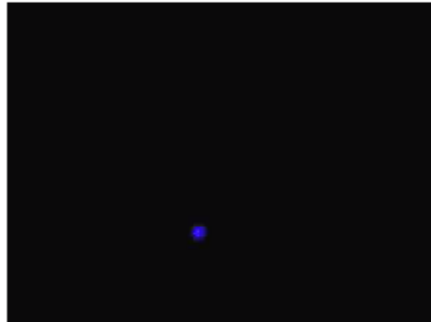
Bookings Nuclear ▾ Environment ▾ Structure ▾ Teachers ▾ Info ▾

Photoelectric Effect Experiment 1

Home → Structure → Explore: Photoelectric Effect → Photoelectric Effect Experiment 1

You are currently viewing a live feed. To take control, enter your student Access Code:

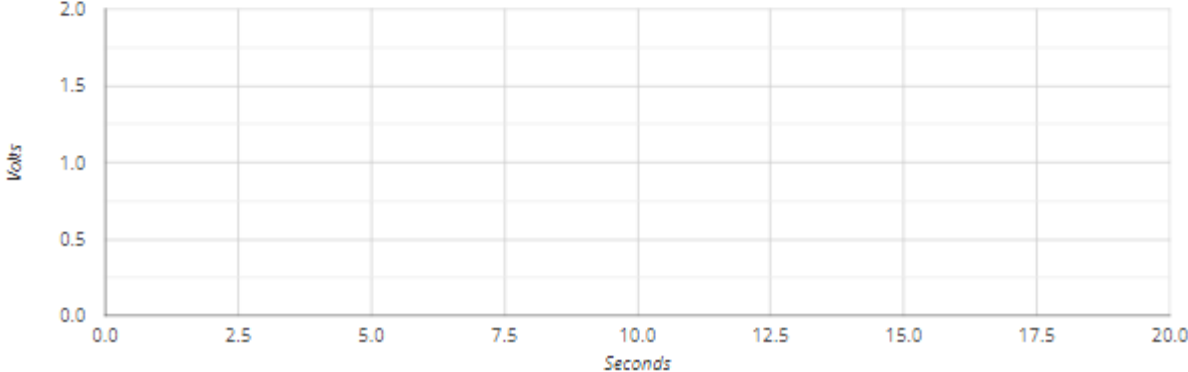
Video



Video not displaying? [Click here to view our technical requirements page.](#)

Status: ready Collect for: 20 seconds.

Infra-Red	λ 940 nm
Red	λ 630 nm
Amber	λ 600 nm
Green	λ 520 nm
Blue	λ 470 nm
Ultra-Violet	λ 400 nm



Immessa la password, i comandi sono abilitati.

Ad esempio, potete selezionare un LED di un certo colore (riquadro blu)

Per tale LED, potete selezionare una intensità luminosa (da 1 a 8) (riquadro giallo), accendendolo e facendo partire l'acquisizione.

Il tempo di acquisizione deve essere settato prima di accendere il LED (riquadro rosso)

I valori di tensione possono essere letti facendo passare il mouse sui punti del grafico (in figura c'è come esempio il valore di 0.571 V acquisito all'istante 19.821 s)



Prima di effettuare le misure, preparate una tabella a tre colonne, come a fianco.

Non useremo il LED all'infrarosso, perché sospetto che il suo funzionamento non sia sufficientemente regolare per l'esperienza.

Per decidere il tempo di acquisizione, bisogna osservare in quanto tempo il segnale giunge a saturazione.

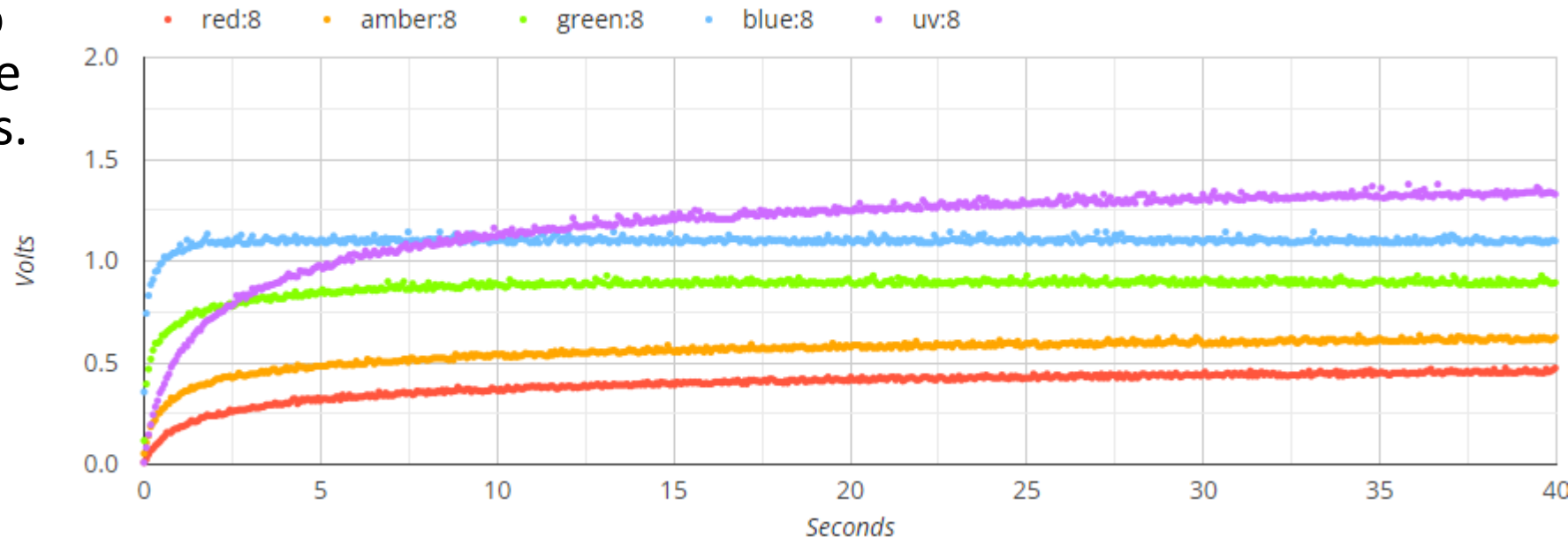
Per ottimizzare i tempi di acquisizione, per questa parte usate la massima intensità luminosa (n.8)

Lunghezza d'onda (nm)	Tempo di acquisizione (s)	Tensione di arresto (V)
630		
600		
520		
470		
400		

Per i LED blu e verde sono sufficienti 20 s, per rosso e ambra sono necessari 40 s.

Per UV suggerisco 80 s.

(Nota se impostate un tempo di acquisizione minore di quello della precedente presa dati, il grafico si resetta)



Completate le misure, costruire una nuova tabella in cui la prima e l'ultima colonna contengono i dati della lunghezza d'onda usata ed i valori misurati della tensione di arresto.

Nella seconda calcolate il valore della frequenza della luce, secondo la relazione $\nu = c/\lambda$

(per il valore di c , velocità della luce, potete usare il valore approssimato $c = 3.0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$)

Per comodità, è bene riportare il valore della frequenza in unità di 10^{14} Hz

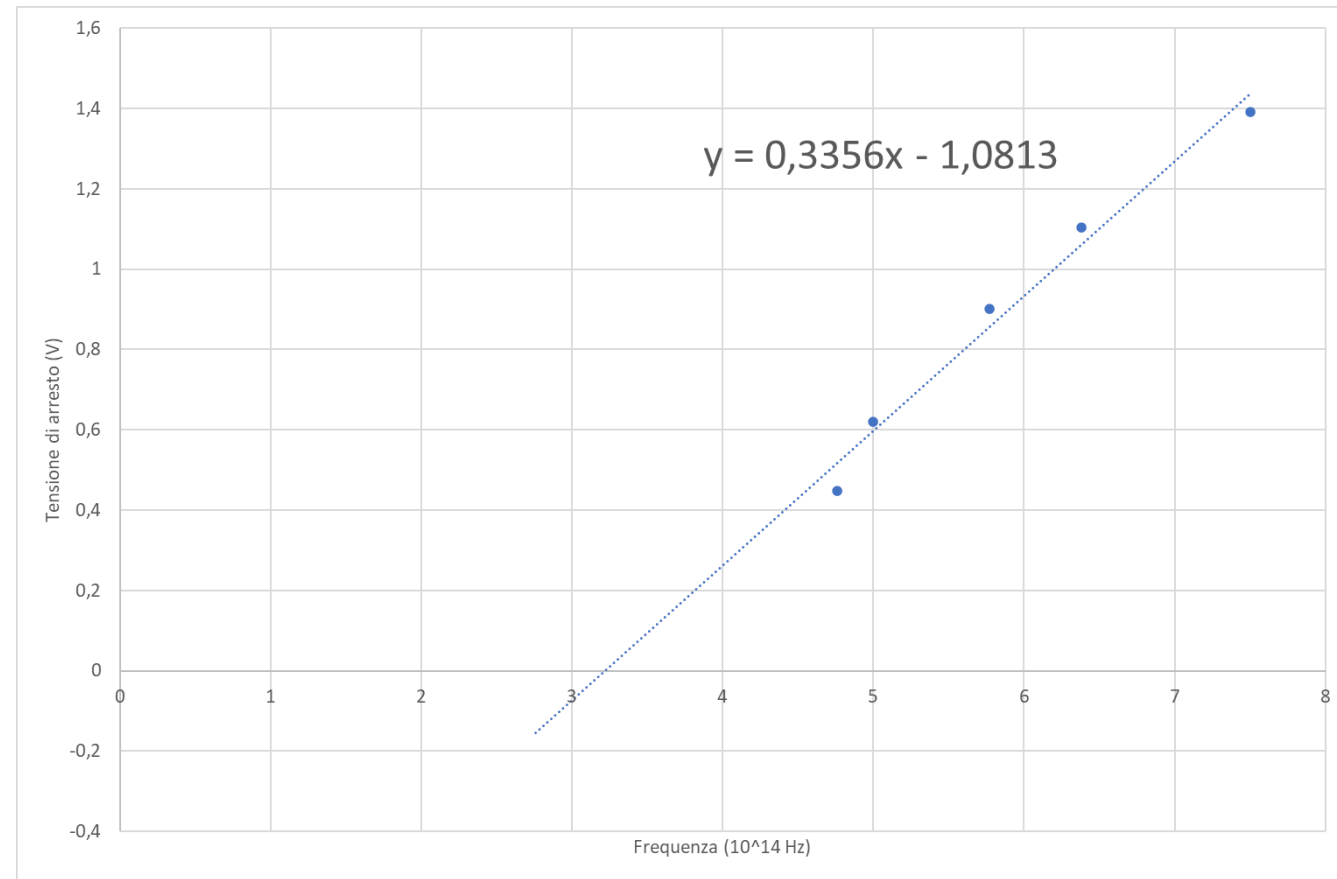
Lunghezza d'onda (nm)	Frequenza (10^{-14} Hz)	Tensione di arresto (V)
630		
600		
520		
470		
400		

Se tutto è fatto correttamente, dovrete ottenere, facendo un grafico a dispersione Tensione di arresto vs Frequenza, una figura come quella accanto.

Aggiungete una linea di tendenza lineare ai dati.

L'equazione risulta correlata alla relazione (teoria dell'effetto fotoelettrico)

$$e V_{arr} = K_{fotoel} = E_{fot} - W_{est} \\ = h \nu - W_{est}$$



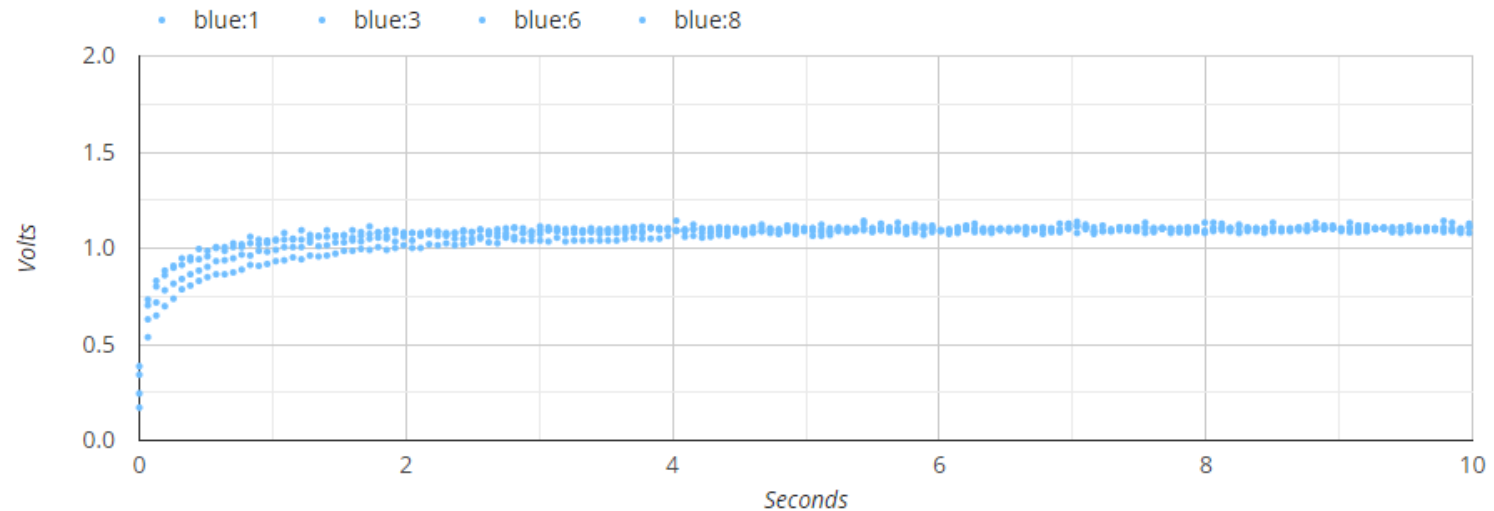
Ove V_{arr} è la tensione di arrento, K_{fotoel} l'energia cinetica con cui i fotoelettroni sono emessi, ν la frequenza dei fotoni della luce utilizzata e W_{est} il lavoro di estrazione del metallo.

Ricavate il valore dai parametri dell'equazione il valore della costante di Plank (valore di letteratura $4.136 \cdot 10^{-15}$ eV s) e del lavoro di estrazione (in unità eV)

Per la parte facoltativa dell'esperienza, selezionate un LED per il quale la tensione di arresto è stata raggiunta abbastanza velocemente.

Raccogliete i grafici per **tre** diverse intensità luminose, con un tempo di acquisizione sufficiente per far raggiungere la saturazione per tutte le tre intensità

Verificate che si ottiene lo stesso valore di tensione di arresto, indipendentemente dall'intensità: ciò significa che l'energia cinetica con cui gli elettroni vengono emessi è indipendente da essa.



[Freely Accessible Remote Laboratories \(farlabs.edu.au\)](http://farlabs.edu.au)

Sul ribbon superiore selezionare **Structure** e dal pop-down menu, **Photoelectric Effect**

Nella schermata successiva selezionare **EXPLORE**

Selezionate la postazione a voi assegnata

Password studente

PassToPhoton