

SMARTPHONE MICROSCOPE



Cured.Bio



ATTRIBUTION-SHAREALIKE 4.0 INTERNATIONAL
(CC BY-SA 4.0)

Smartphone Microscope
Derived from Microscopes by OpenStax Physics

Edited by Cured.Bio
Version 0.1.0
Barcelona, 2018



ÍNDEX

Introducció a la microscòpia	3
Introducció.....	3
Microscopi Compost.....	4
Com calcular el poder d'ampliació d'un microscopi	7
Smartphone Microscope.....	9
Descripció	9
Com fabricar-lo.....	10
Components i Ensamblatge.....	11
Mòdul Il·lum	26
ALTRES OPCIONS.....	28
Preparacions per al microscopi.....	34
Cèl·lula Animal: epíteli mucosa oral	34
Cèl·lula Vegetal: Epidermis Vegetal.....	35
Cèl·lula Vegetal: Estomes.....	36
Cèl·lula Vegetal: Amiloplasts.....	37
Protozoous.....	38
Fongs	39

INTRODUCCIÓ A LA MICROSCÒPIA

INTRODUCCIÓ

Encara que l'ull és meravellós en la seva capacitat de veure objectes grans i petits, òbviament té limitacions als detalls més petits. El desig humà de veure més enllà del que és possible a simple vista va conduir al desenvolupament d'instruments òptics com el microscopi. Aquest instrument serveix per ampliar els detalls que no podem veure amb l'ull nu.

Bàsicament, un microscopi es un sistema de lents i/o miralls, on la imatge formada pel primer element es converteix en l'objecte del segon element, i així successivament. El microscopi més bàsic consta de dues lents convexes.

MICROSCOPI COMPOST

Els microscopis van ser desenvolupats a principis de 1600 per fabricants d'ulleres a Holanda i Dinamarca, amb el propòsit de visualitzar objectes petits mitjançant l'ús de diferents lents i/o miralls. El microscopi compost més simple es construeix a partir de dues lents convexes.

Una lent és un element, tradicionalment de vidre, destinat a fer convergir (concentrar) o divergir (dispersar) la llum. Les lents convexes són més gruixudes en el centre que no pas en els extrems. Aquestes lents fan convergir els raigs paral·lels en un punt anomenat punt focal (F') i defineix la distància focal (f'), la qual es la distància entre el centre de la lent i el punt focal.

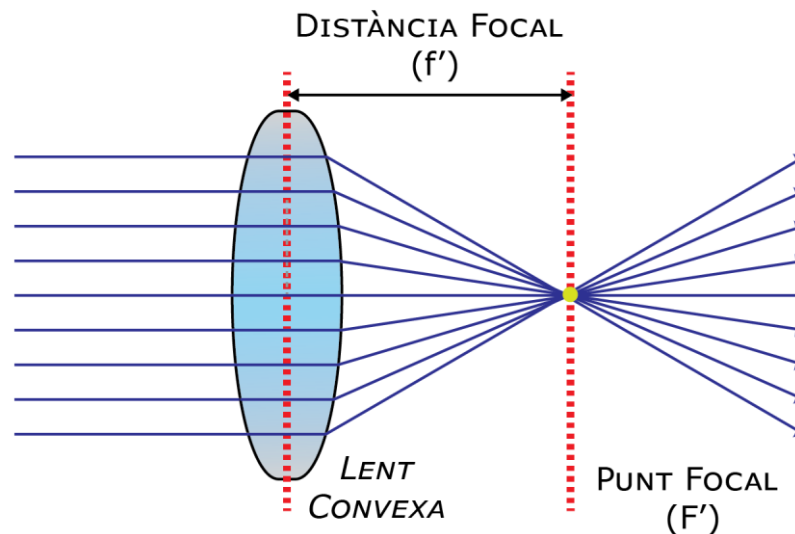


Figura 1. Esquema lent convergent.

- **Focus principal (F'):** En una lent convergent el punt on coincideixen els raigs i per una divergent el punt on coincideixen les prolongacions del raig. Tota lent té dos focus F i F' .
- **Distància focal (f'):** la distància des del focus al centre òptic

Potència d'una lent

La diòptria és la unitat de mesura amb què s'expressa la potència d'una lent o d'un mirall corbat. Una lent convexa amb un major grau de curvatura, però fabricada amb el mateix material, tindrà una distància focal (f') més curta i, per tant, serà una lent amb major capacitat de produir augments (diòptries, D).

La potència d'una lent es pot calcular utilitzant la següent fórmula:

$$D = \frac{1}{f'}$$

D'aquesta manera, una lent que té una distància focal de 0,1 metres té una potència de 10 diòptries.

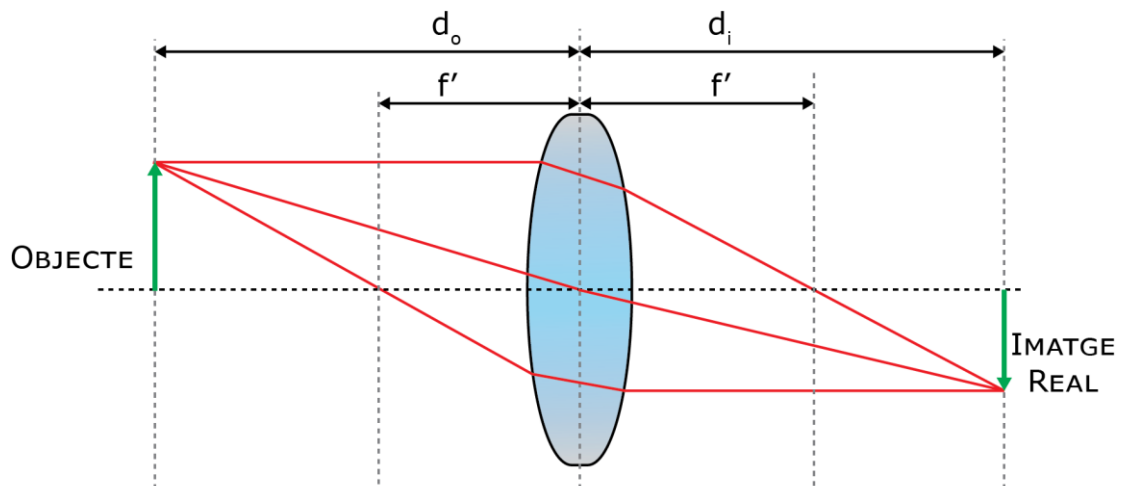


Figura 2. Un microscopi compost està format per dues lents: objectiu i ocular. La lent objectiu forma una primera imatge més gran que l'objecte original. Aquesta imatge és amplificada per la lent ocular.

Si la distància des de un objecte fins l'objectiu es **d_o** i la distància entre l'objectiu i la imatge creada es **d_i** , podem definir que:

$$\frac{1}{f'} = \frac{1}{d_o} - \frac{1}{d_i}$$

Per tant, si un objecte es situat a una distància **$d_o > f_o$** , es possible determinar a quina distància es formarà la imatge (**d_i**).

En alguns casos **d_i** té un valor negatiu, la qual cosa indica que la imatge està formada al costat oposat de la lent des d'on s'estan considerant aquests raigs. Atès que els raigs de llum divergents que emanen de la lent no arriben mai a enfocar, i aquests raigs no estan físicament presents en el punt on semblen formar una imatge, això es coneix com una imatge virtual. Això és exactament el que fa l'ull quan mira a través d'una lupa. La lupa crea una imatge virtual (magnificada) darrere de la lupa, però aquests raigs es tornen a fotografiar per la lent de l'ull per crear una imatge real a la retina.

En un microscopi, la lent que es troba més propera a la mostra s'anomena objectiu, i en microscopis normals sol tenir una ampliació de 5x a 100x i poden intercanviar-se. El segon, anomenat ocular, per trobar-se més proper a l'ull, sol tenir una ampliació de 5x a 10x i es de tipus fix. Ambdues lents treballen de forma conjunta per a produir la imatge amplificada. A més, la imatge amplificada final es produeix en un lloc prou lluny per a que l'observador el pugui veure fàcilment, ja que l'ull no pot centrar-se en objectes o imatges massa properes.

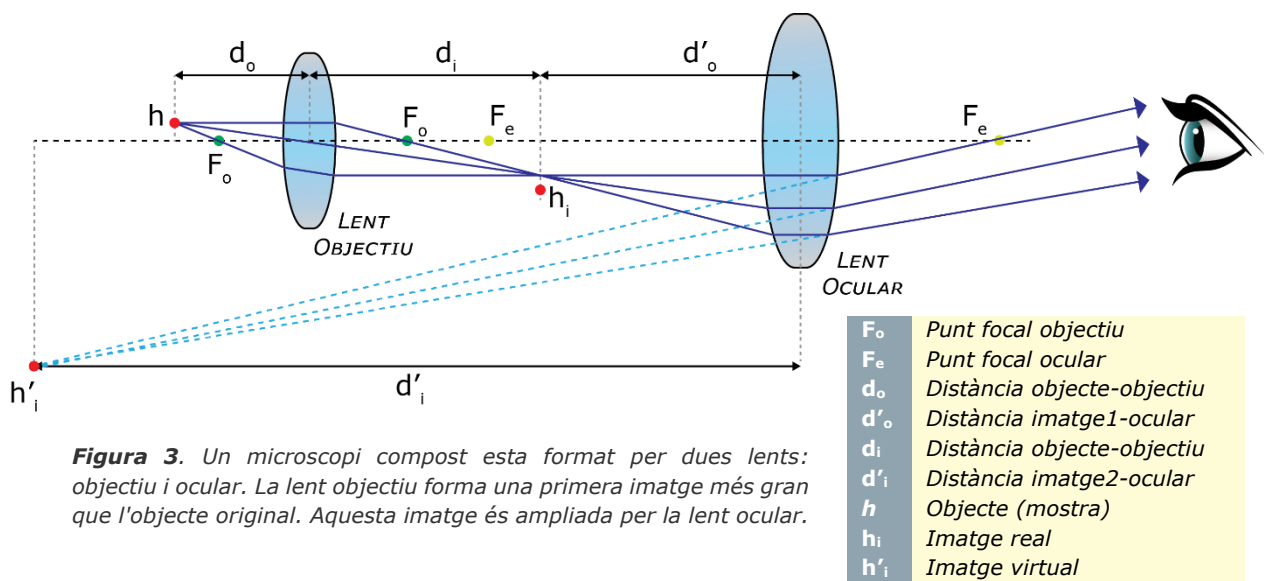


Figura 3. Un microscopi compost està format per dues lents: objectiu i ocular. La lent objectiu forma una primera imatge més gran que l'objecte original. Aquesta imatge és ampliada per la lent ocular.

Per entendre com un microscopi forma una imatge, tal com es mostra a la **Figura 4**, considerem dues lents convexes en successió. L'objecte (h) es troba a la distància (d_o) de la lent objectiu, que produeix una imatge real (h_i) més gran que la mostra. Aquesta primera imatge (h_i) és l'objecte de la segona lent (lent ocular). Aquesta lent està situada per a que la primera imatge estigui més propera que la seva distància focal (F_e). D'aquesta manera, l'ocular actua com una lupa, i la imatge virtual es fa encara més gran.

La imatge virtual queda invertida, però es troba més allunyada de l'observador, cosa que facilita la visió (l'ull està més relaxat quan es visualitzen objectes distants i normalment no poden centrar-se més de 25 cm). Atès que cada lent produeix una ampliació, l'augment total (m) és producte de les ampliacions individuals:

$$m = m_o \cdot m_e$$

on m_o és l'augment de l'objectiu i m_e és l'augment de l'ocular. Aquesta equació es pot generalitzar per a qualsevol combinació de lents primes i miralls.

COM CALCULAR EL PODER D'AMPLIACIÓ D'UN MICROSCOPI

Calculeu l'ampliació (**m**) d'un objecte situat a 6.20 mm (**d_o**) d'un microscopi compost que té un objectiu amb una distància focal de 6.00 mm (**f_o**) i un ocular amb una distància focal de 50.0 mm (**d'_i**). L'objectiu i el ocular estan separats per 23.0 cm.

Estratègia i concepte

Aquesta situació és similar a la que es mostra a la **Figura 3**. Per trobar l'ampliació global, hem de trobar l'augment de la lent ocular (**m_o**) i el del la lent objectiu (**m_e**). Això implica l'ús de les equació esmentades.

Solució

L'augment de la lent objectiu es dóna com a

$$m = m_o \cdot m_e$$

On la capacitat d'augment ve determinat per les diòptries (**D**) de la lent

$$D = \frac{1}{f'}$$

I on **d_o** es la distància focal de l'objectiu i **d_i** la distància la que es troba la imatge (**h_i**), per a la lent objectiu tal com s'indica a la **Figura 4**. La distància a la que es troba l'objecte es de 6.20 mm, però la distància a la que es produeix la imatge (**d_i**) no és coneguda. I on **F_o** és la distància focal de la lent objectiu.

$$\frac{1}{f'_o} = \frac{1}{d_o} - \frac{1}{d_i}$$

Aïllant **d_i**, tenim que:

$$\frac{1}{d_i} = \frac{1}{f'_o} - \frac{1}{d_o}$$

Per tant, podem definir **m_o** com a:

$$m_o = -\frac{d_i}{d_o}$$

$$\frac{1}{d_i} = \frac{1}{6.00 \text{ mm}} - \frac{1}{6.20 \text{ mm}} = \frac{0.00538}{\text{mm}}$$

Resolem i, per tant, **d_i**= 185.87 mm ≈ 186 mm.

Substituint aquest valor a l'equació per a **m_o**,

$$m_o = -\frac{d_i}{d_o} = -\frac{186 \text{ mm}}{6.20 \text{ mm}} = -30.0$$

Ara, cal trobar l'ampliació de la len ocular (m_e), la qual ve donada per

$$m_e = -\frac{d_i'}{d_o'}$$

on d_i' i d_o' són les distàncies d'imatge i objecte per a l'ocular (**Figura 3**). La distància de l'objecte és la distància de la primera imatge de l'ocular. Com que la primera imatge és a 186 mm de l'objectiu i l'ocular és a 230 mm respecte l'objectiu, la distància de l'objecte és (230 mm - 186 mm) de 44.0 mm. Això implica que la primera imatge es troba propera a l'ocular que la seva distància focal, de manera que l'ocular formarà una imatge (h_i), tal com es mostra a la figura.

Per conèixer la ubicació de la imatge final, cal repetir les passes anterior per obtenir un valor de $1/d_i'$:

$$\frac{1}{d_i'} = \frac{1}{f_e'} - \frac{1}{d_o'} = \frac{1}{50.0 \text{ mm}} - \frac{1}{44.0 \text{ mm}} = -\frac{0.00273}{\text{mm}}$$

Resolem i, per tant, $d_i' = -366.30 \text{ mm} \approx -367 \text{ mm}$.

Tornem a la primera equació i resolem per m_e ,

$$m_e = -\frac{d_i'}{d_o'} = -\frac{-367 \text{ mm}}{44 \text{ mm}} = 8.33$$

Ja només queda resoldre l'equació general,

$$m = m_o \cdot m_e = (-30.0) \cdot (8.33) = -250$$

Discussió

Tant l'objectiu com l'ocular contribueixen a l'ampliació global, que és gran i negativa, d'acord amb la **Figura 3**, on la imatge es virtual i invertida. La imatge final és de 367 mm (0.367 m), formada a l'esquerra de l'ocular.

El procediment utilitzat per resoldre aquest exemple és aplicable en qualsevol sistema d'elements múltiples. Cada element es tracta respecte al seu torn, i cada un d'ells forma una imatge que es converteix en l'objecte del següent element.

SMARTPHONE MICROSCOPE

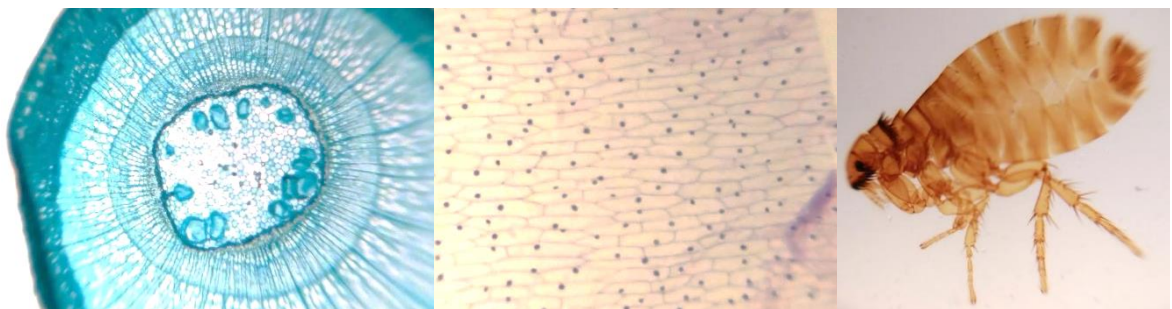
DESCRIPCIÓ

L' *Smartphone Microscope* es un dispositiu *open-source* fabricat en fusta. Mitjançant l'ús d'una lent de 175x augments, es possible transformar qualsevol *smartphone* en un microscopi portàtil.

L' *Smartphone Microscope* esta dissenyat per a poder ser ensamblat sense cap eina. A més, es possible desensamblar-lo, facilitant el seu emmagatzematge (135x95x20mm). En cas de desitjar una estructura fixe, es recomana utilitzar cola d'enganxar o *hot-glue*.

No requereix instal·lar cap aplicació addicional, tan sols cal utilitzar alguna aplicació per fer fotografies o vídeos.

La qualitat de la imatge obtinguda depèn, en gran mesura, de les capacitats de la càmera de l'*smartphone*.



Imatges capturades amb BQ M5 i Open Camera v1.42

COM FABRICAR-LO

L'*Smartphone Microscope* ha estat dissenyat per a poder ser fabricat mitjançant tècniques de fabricació tradicional o digital, ja sigui amb l'ajut d'una impressora 3D o una talladora làser.

Si es desitja seguir un mètode més tradicional, cal adquirir fusta DM de 3mm de gruix, una mida similar a un DINA4. Aquest tipus de fustes es poden trobar Servei Estació (Barcelona) o grans magatzems (Leroy Merlin). Addicionalment, cal paper carbó per a calcar el disseny de les peces. Posteriorment, amb una serreta i paper de vidre poden retallar-se totes les peces necessàries.

En cas contrari, si es desitja utilitzar mètodes de fabricació digital, es pot utilitzar una impressora 3D o una talladora làser.

Si es disposa d'una impressora 3D, només cal imprimir els fitxers STL en plàstic PLA al 20% de *refill*. Depenent de la impressora, pot comportar més o menys hores imprimir totes les peces.

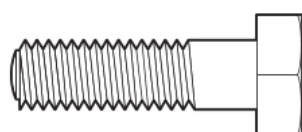
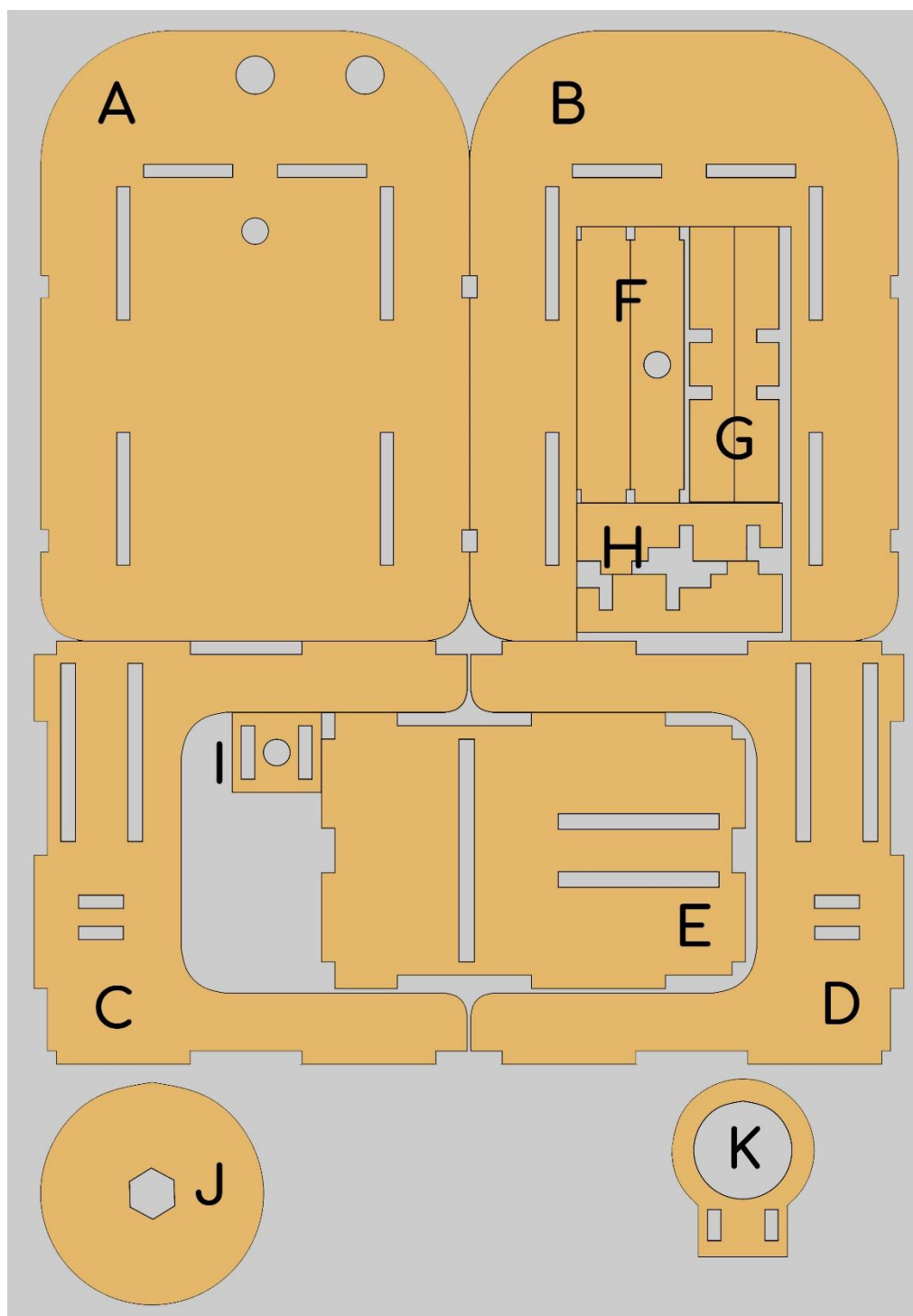
Si es disposa d'una talladora làser, només cal utilitzar el fitxer PDF. Pot utilitzar-se fusta DM o metacrilat, ambdós de 3mm de gruix. El temps necessari depèn de la talladora làser utilitzada.

En cas de no disposar de cap de les dues, cal ser conscient que existeixen diferents entitats que poden oferir ambdós serveis. Tot i així, es recomana utilitzar una talladora làser. Alguns dels llocs que podeu recórrer a Barcelona són:

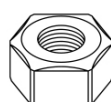
- MADE MakerSpace: made-bcn.org
- Ateneus de fabricació: ajuntament.barcelona.cat/ateneusdefabricacio
- Punt Multimèdia: puntmultimedia.org

Trobareu els fitxers necessaris a www.github.com/curedbio.

Qualsevol dubte o petició, podeu contactar per mitja del correu electrònic info@cured.bio.



M6*60mm
hexagonal



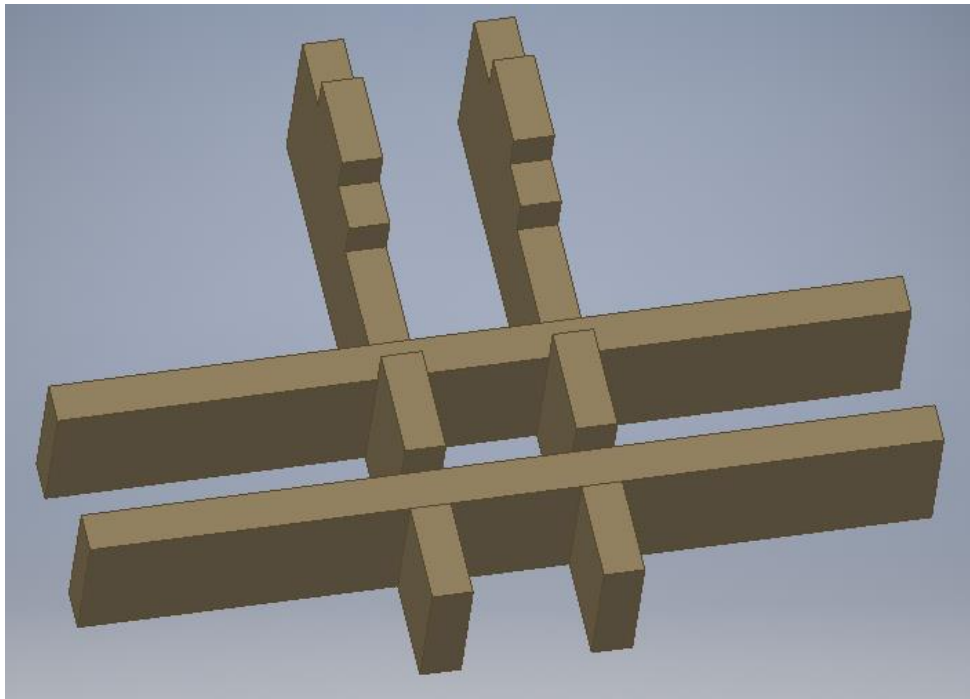
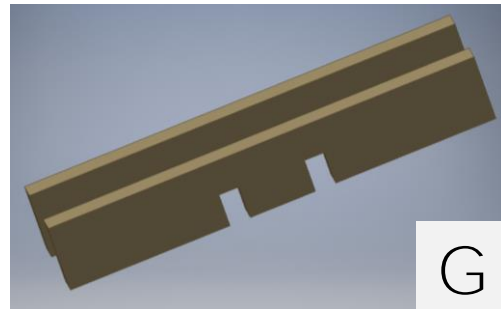
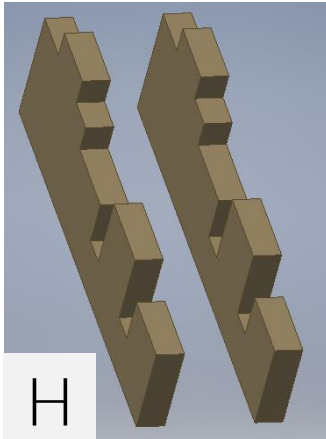
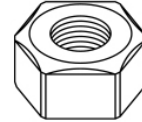
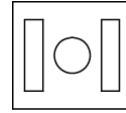
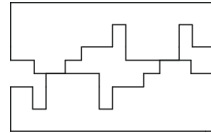
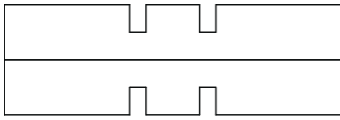
Femella M5

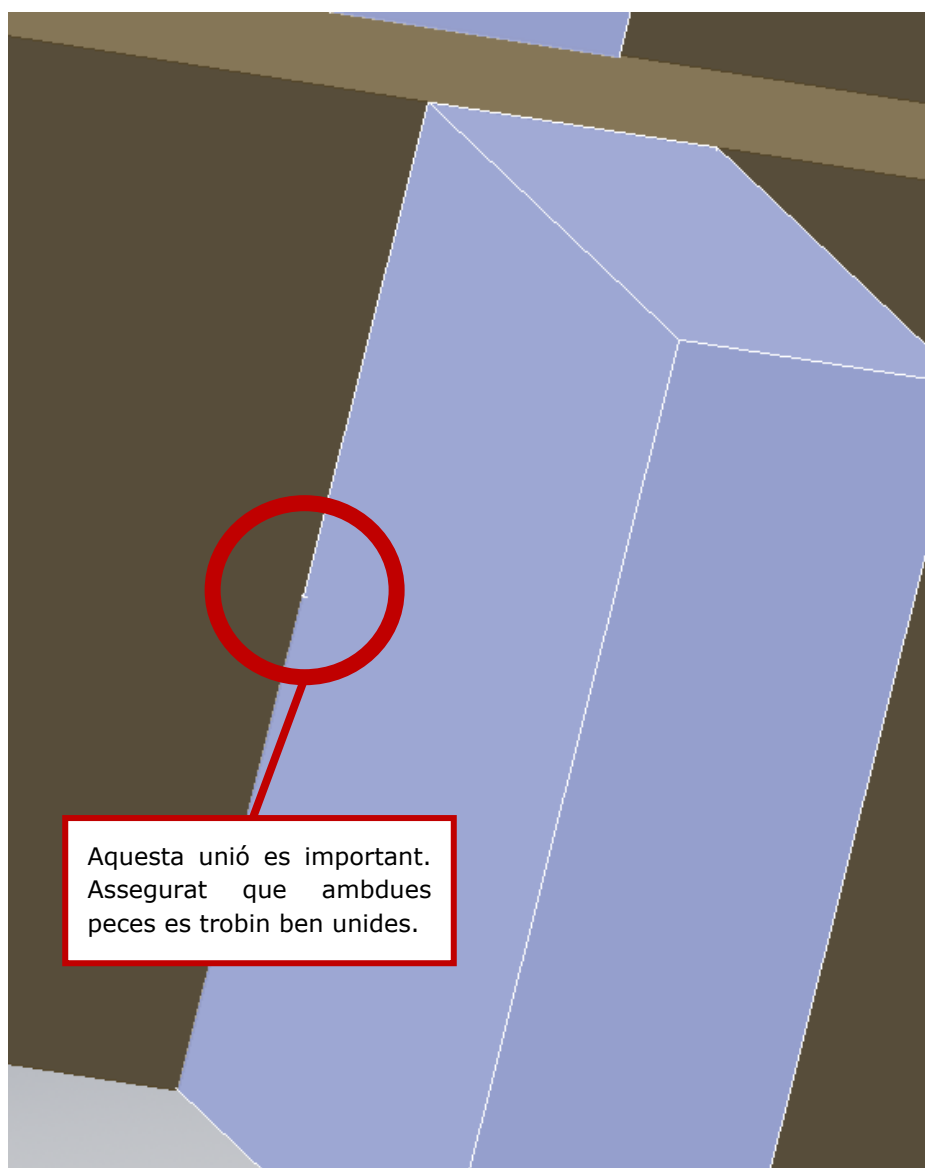
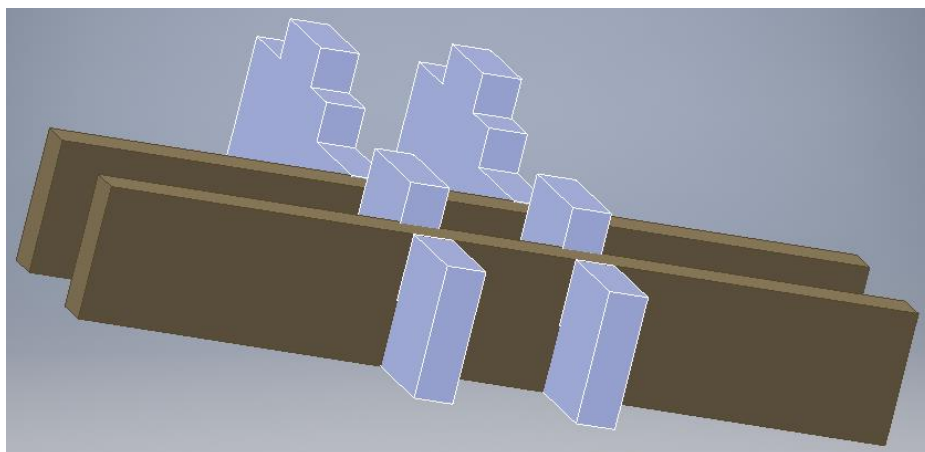


Len

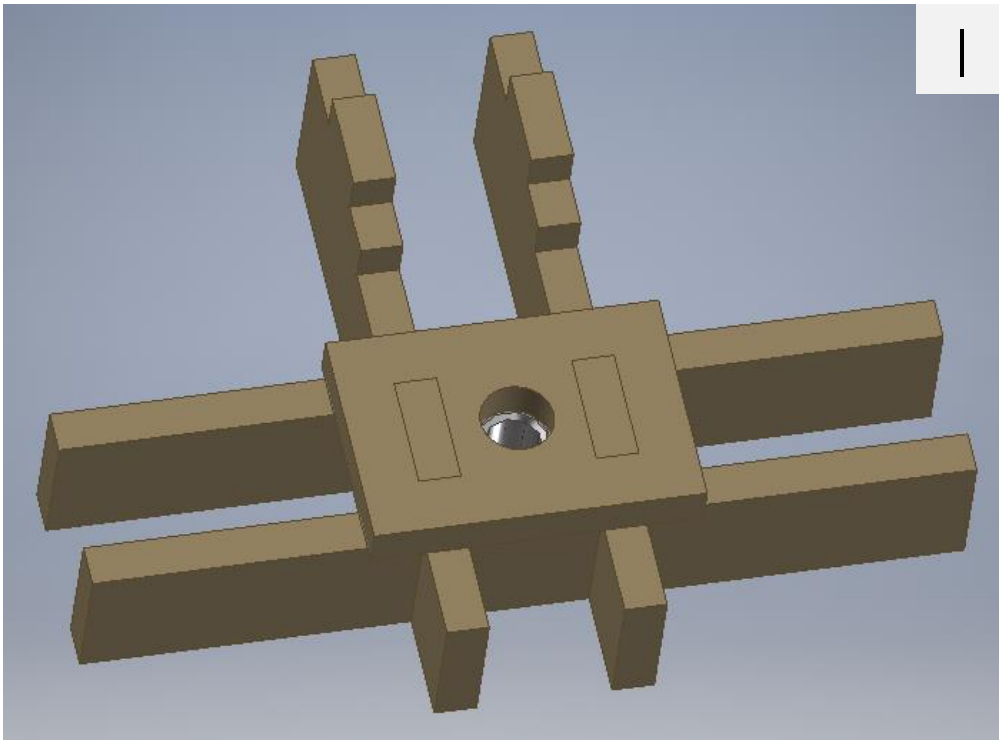
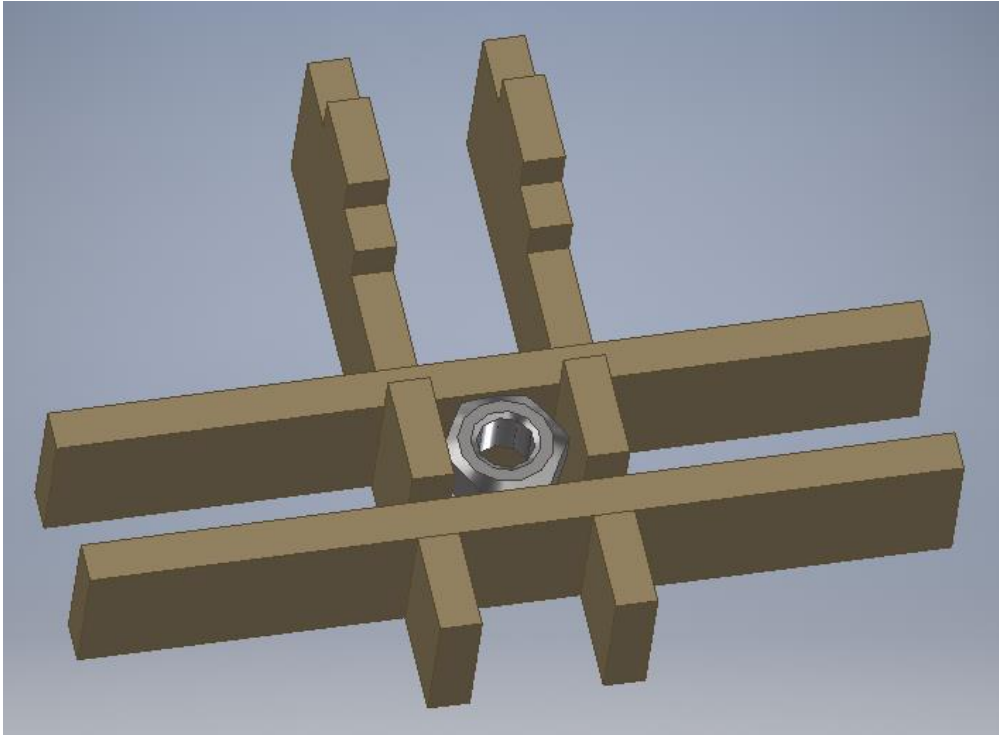
1

Components G, H, I, rosca M5 hexagonal





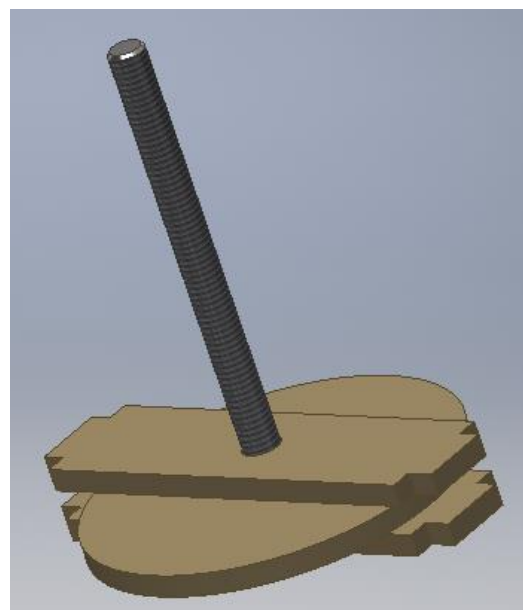
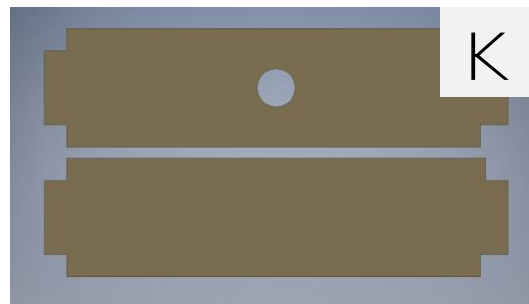
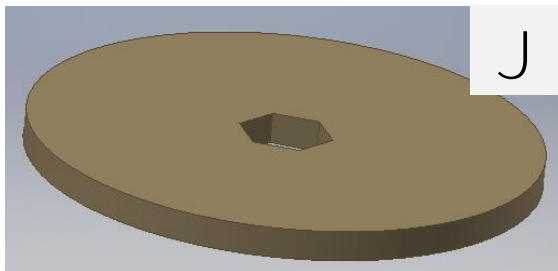
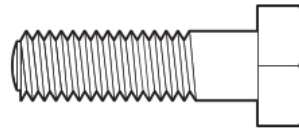
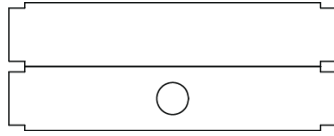
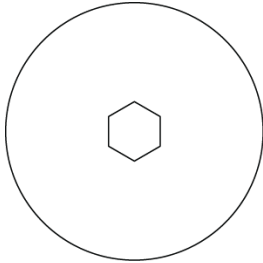
Aquesta unió es important.
Assegurat que ambdues
peces es trobin ben unides.



I

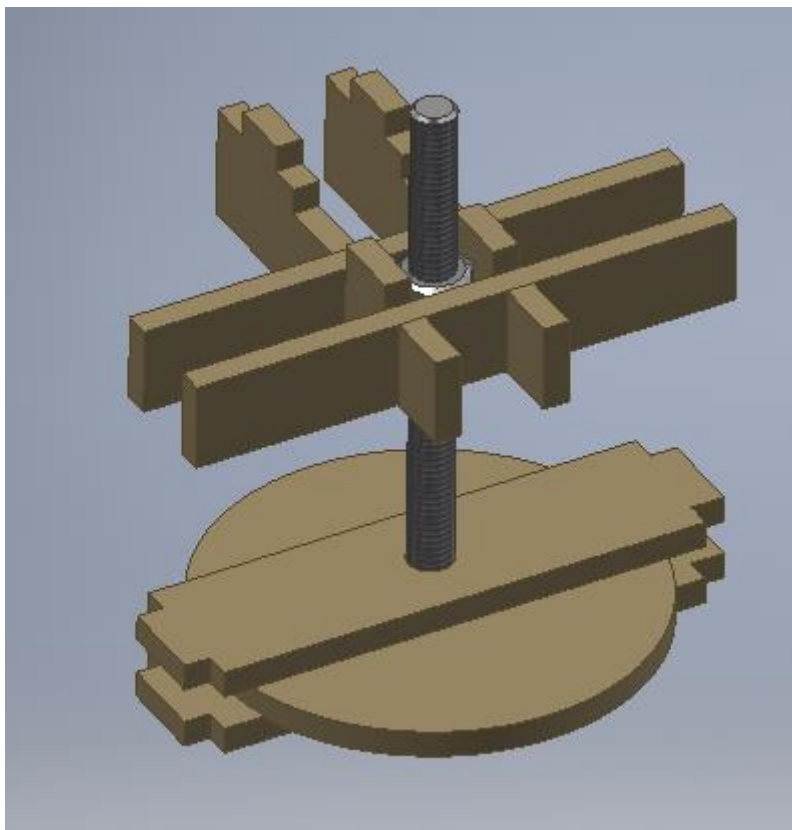
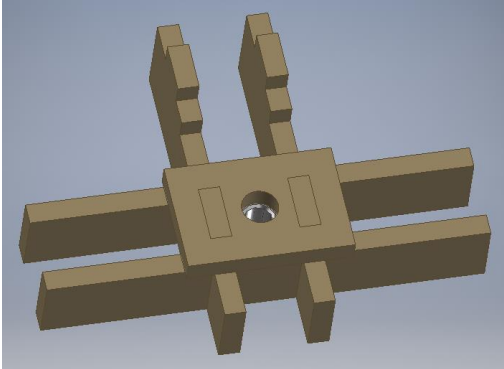
2

Components J, K, M6*60mm hexagonal



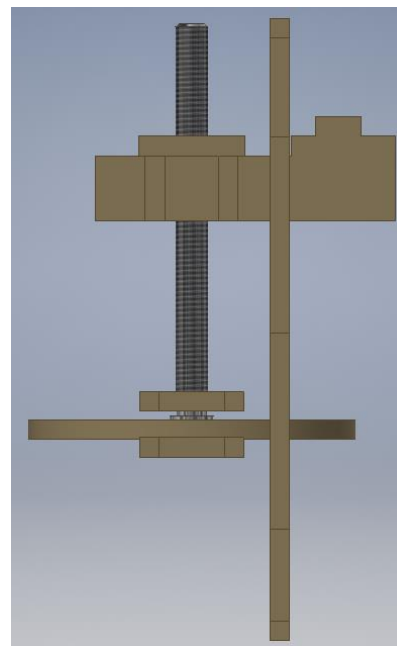
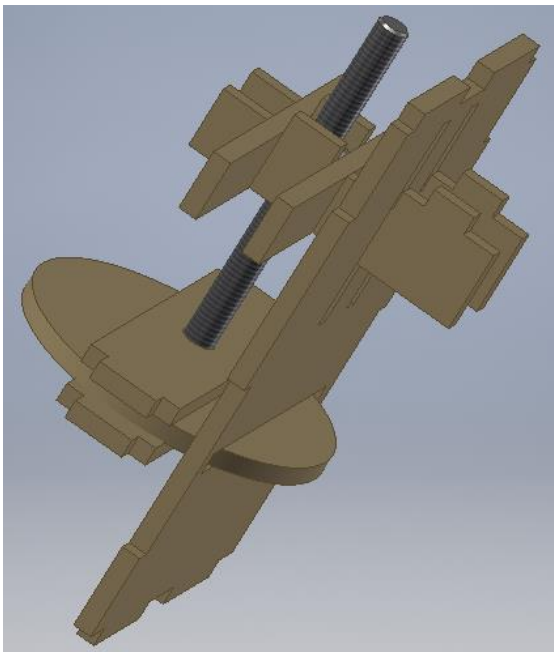
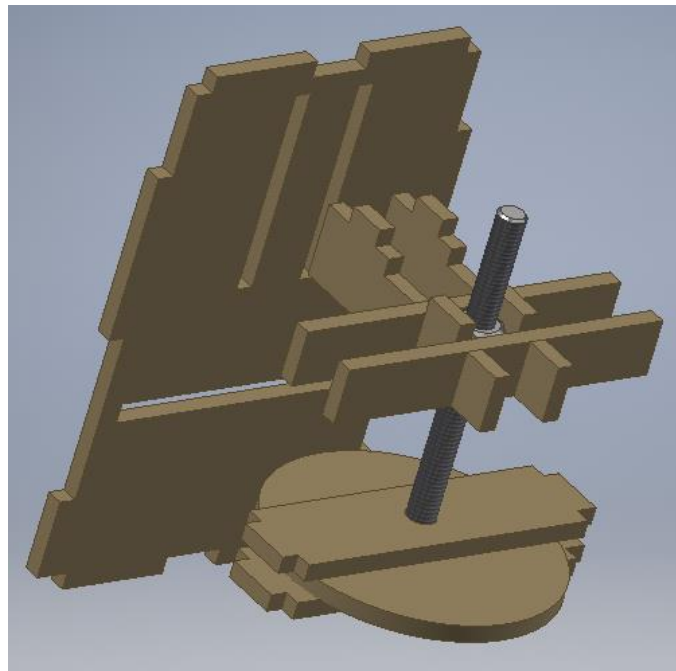
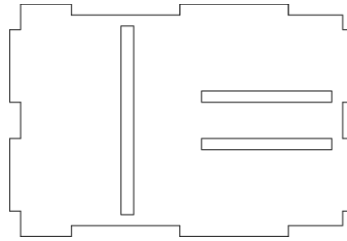
3

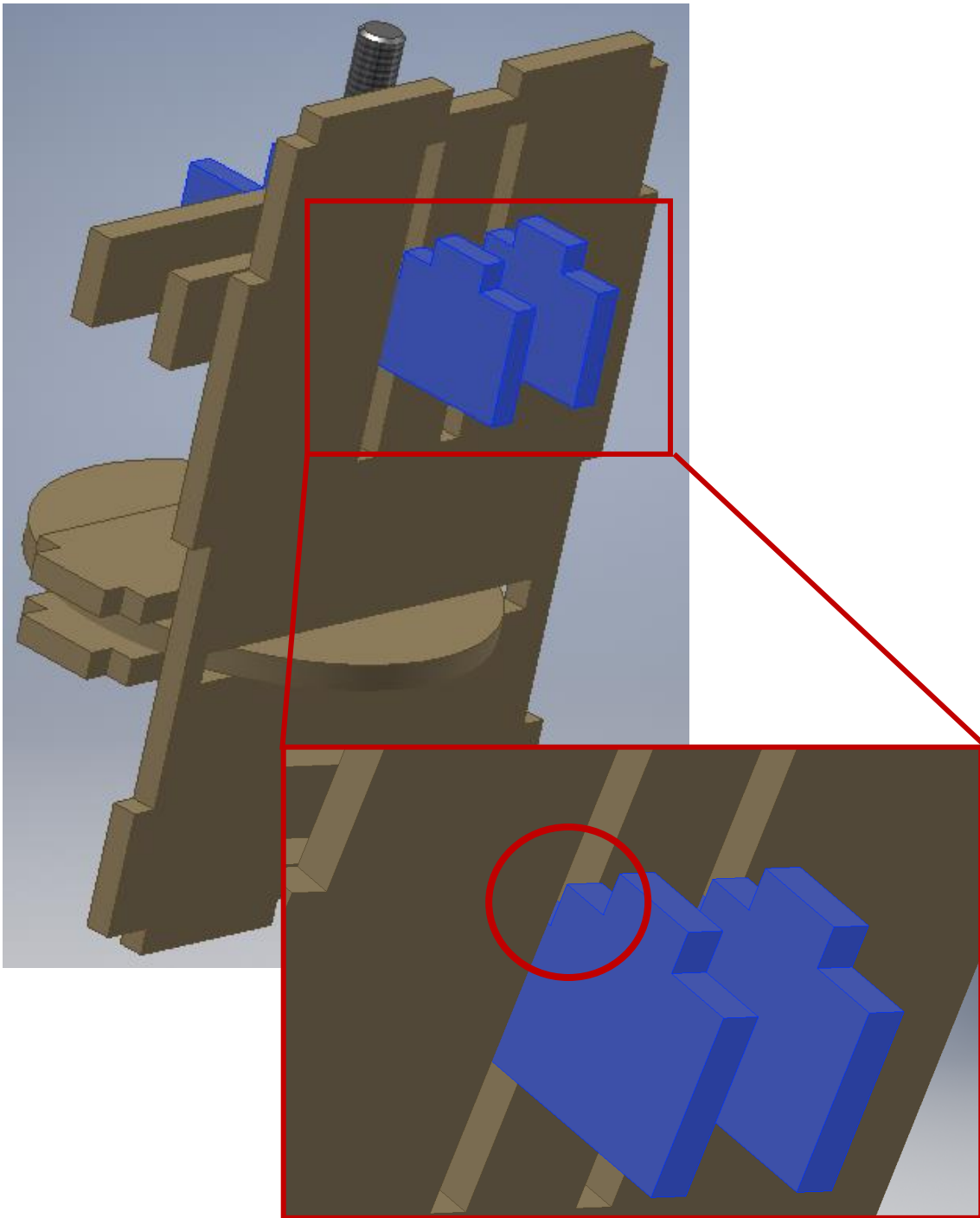
Components 1, 2



4

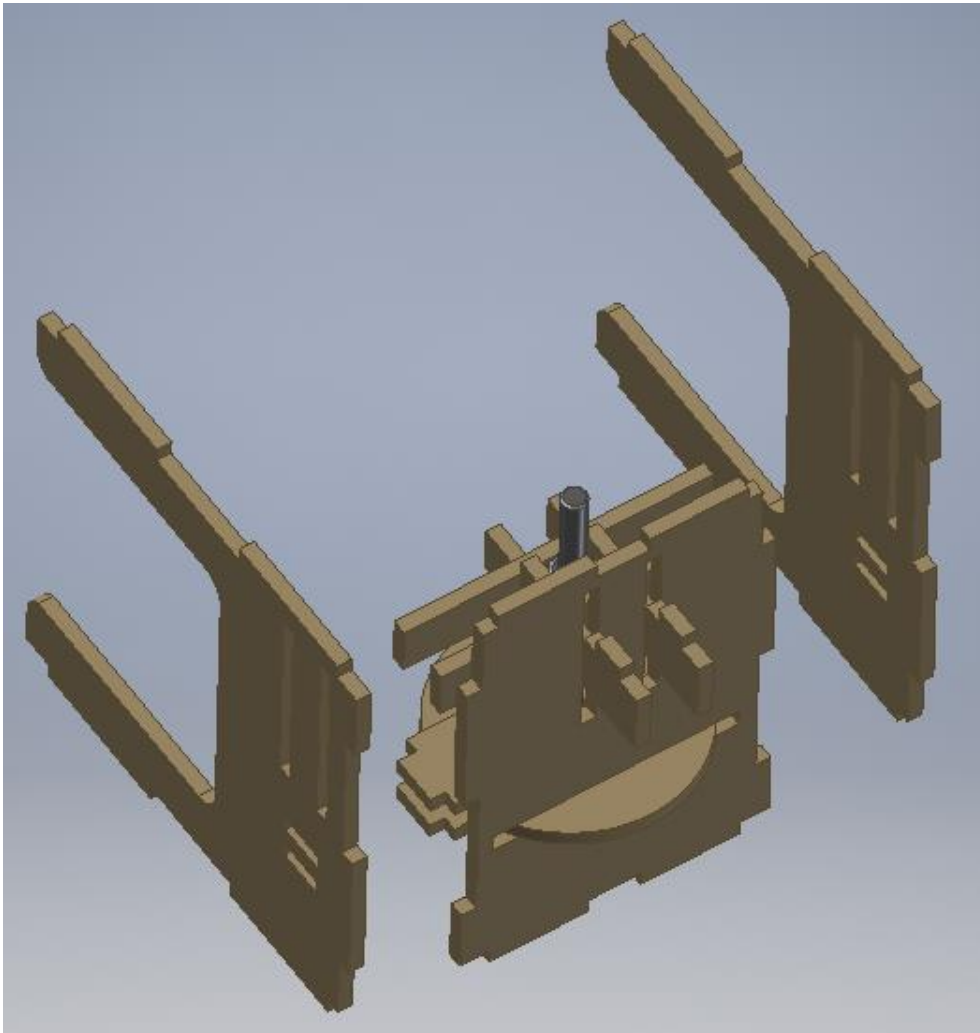
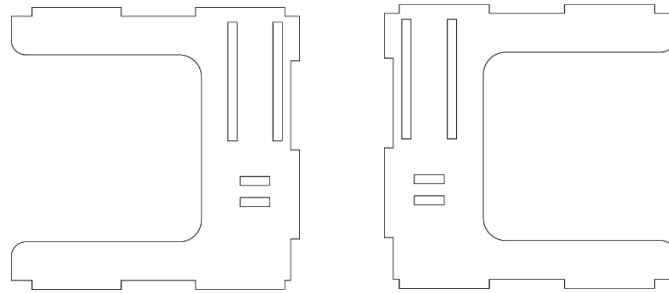
Components E, 3

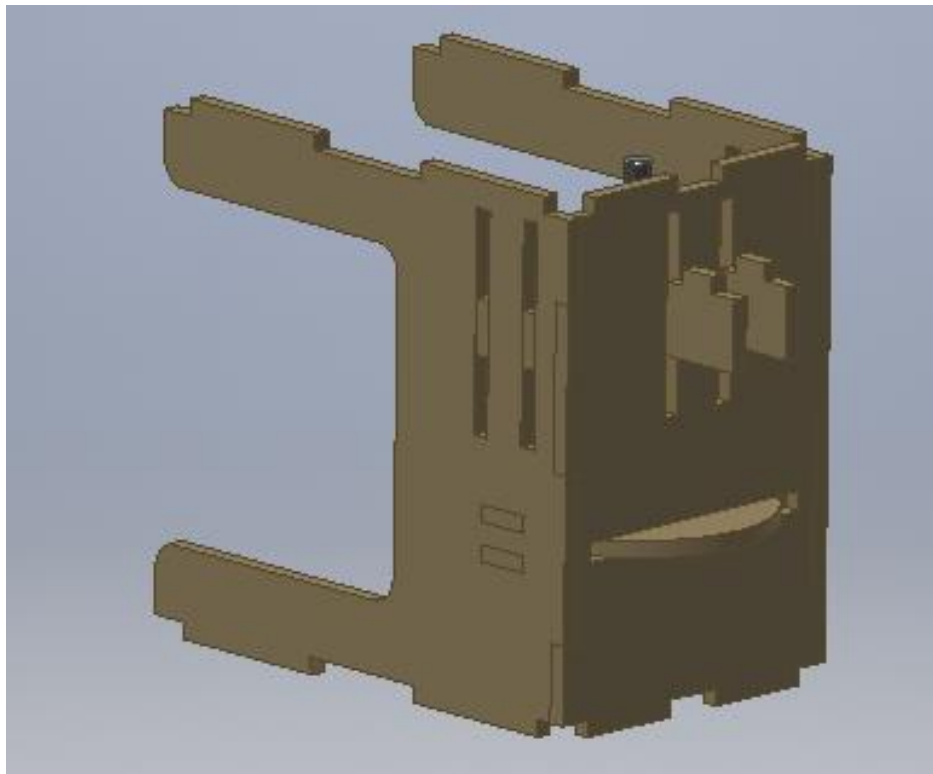
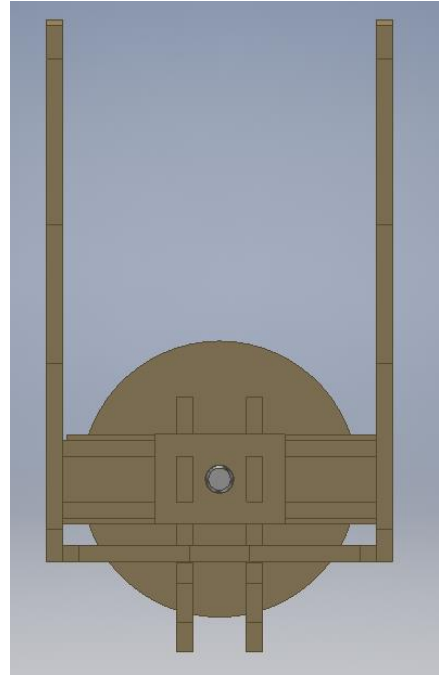
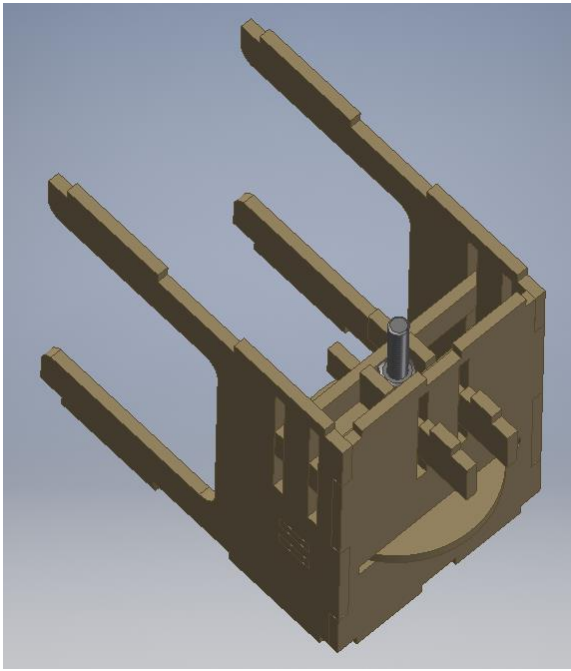


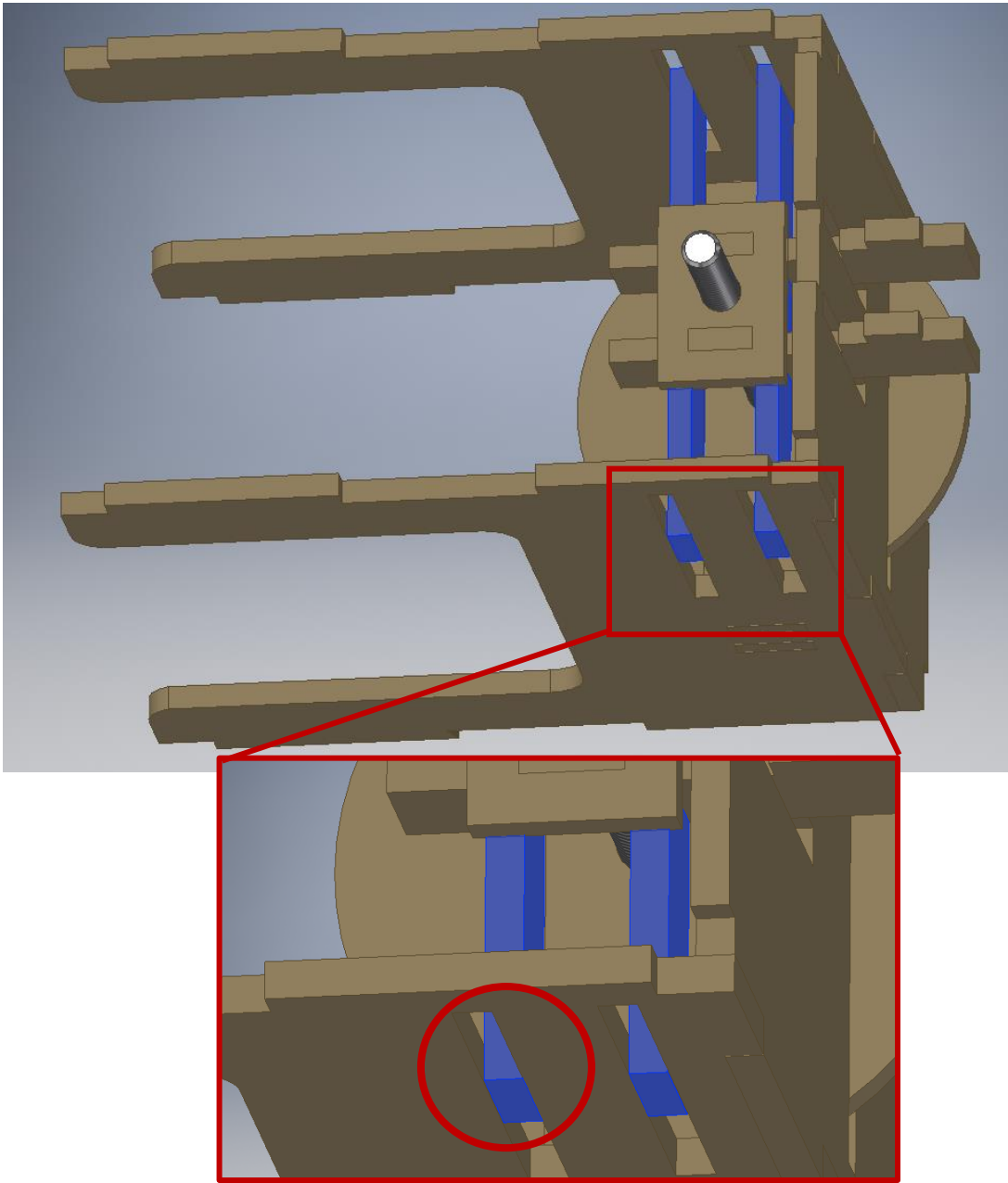


5

Components C, D, 4

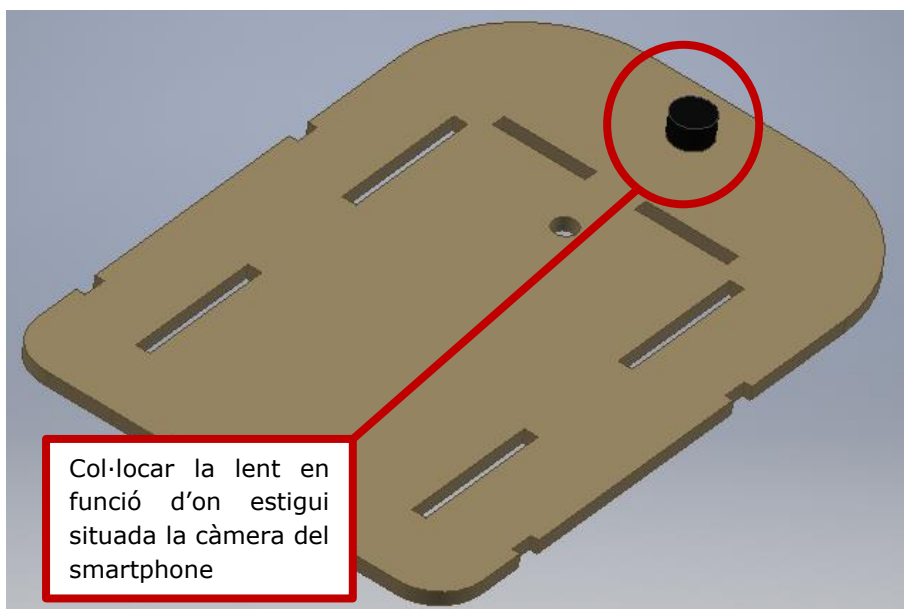
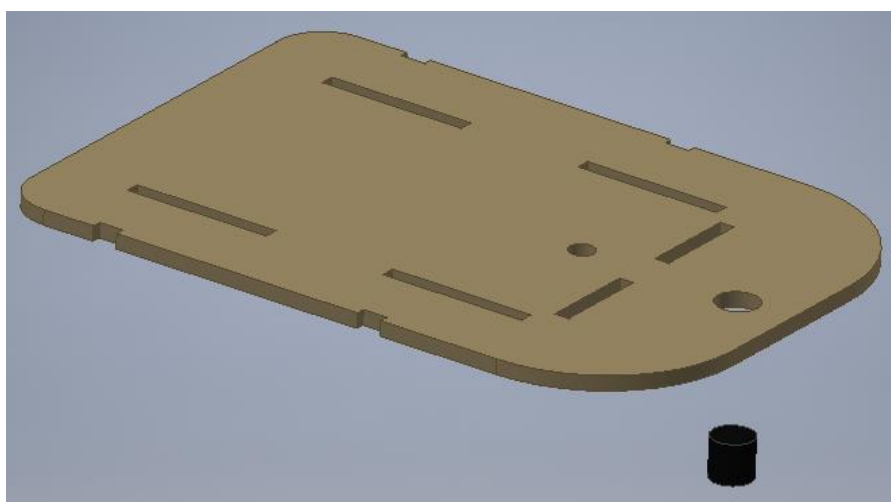
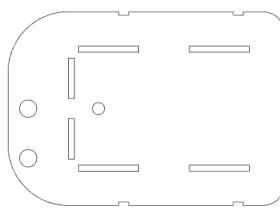
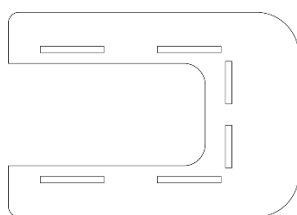


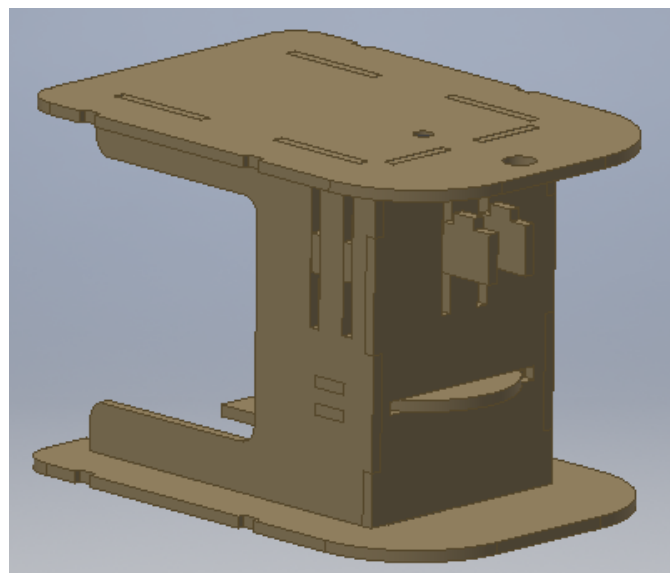
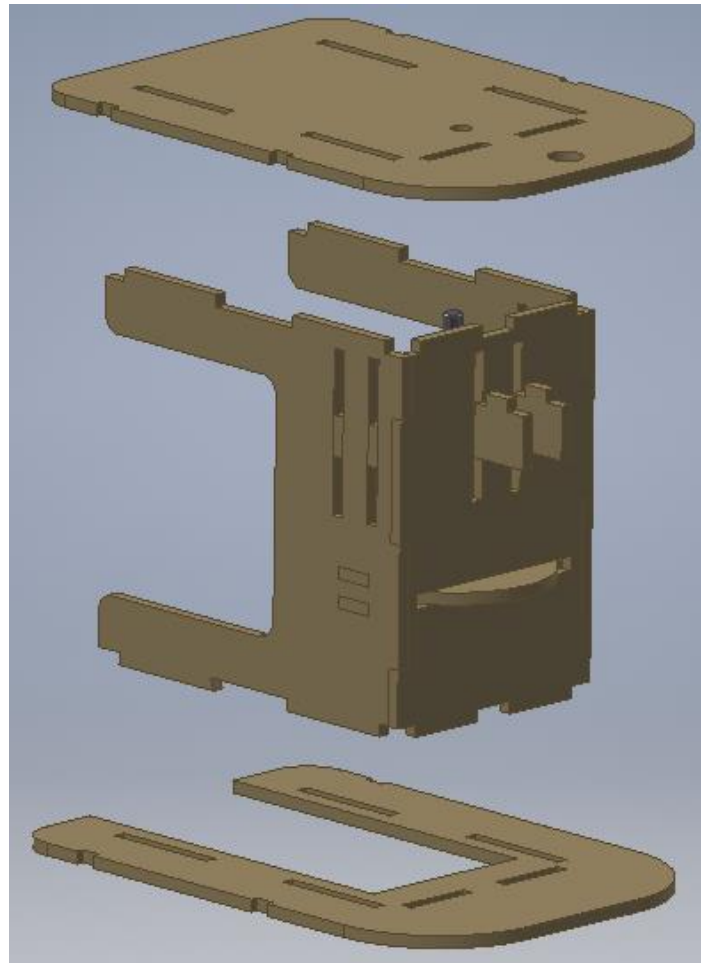




6

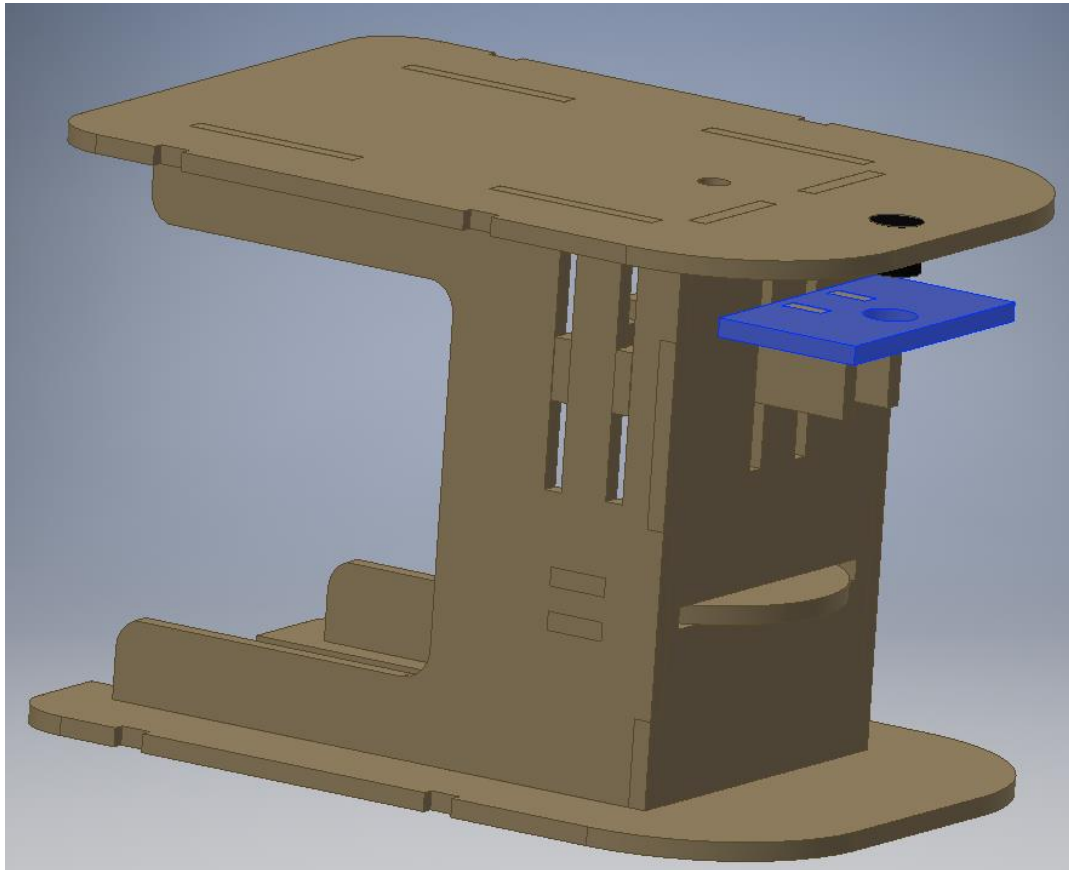
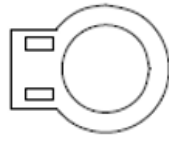
Components A, B, 5, Len





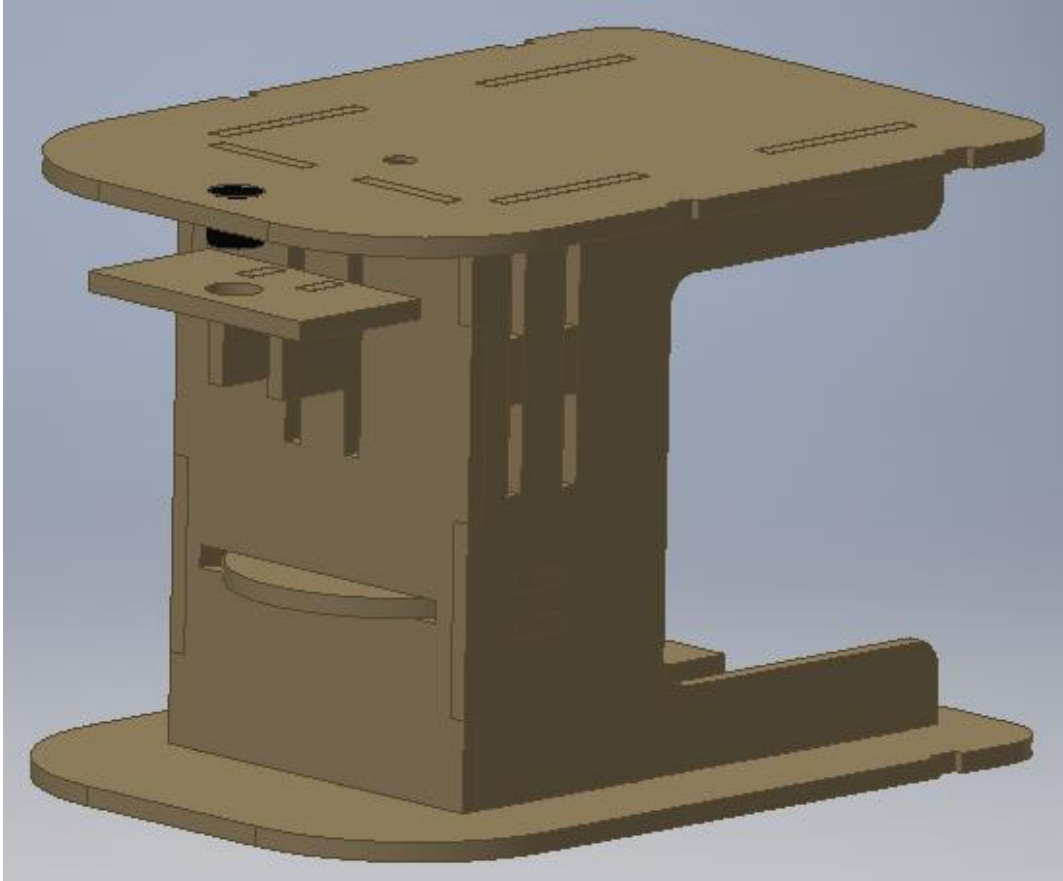
7

Components K, 6



8

Observar el món microscòpic

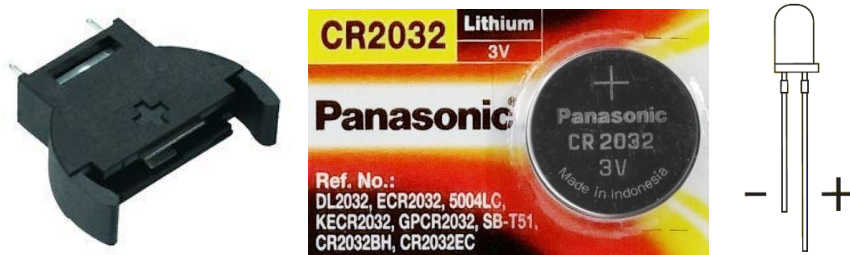


MÒDUL LLUM

Smartphone Microscope esta dissenyat per a no requerir l'ús de llum directe. Tot i així, pot resultar interessant per als usuaris afegir un punt addicional de llum, per tal de millorar el contrast o visualitzar la mostra amb alguna longitud d'ona d'interès.

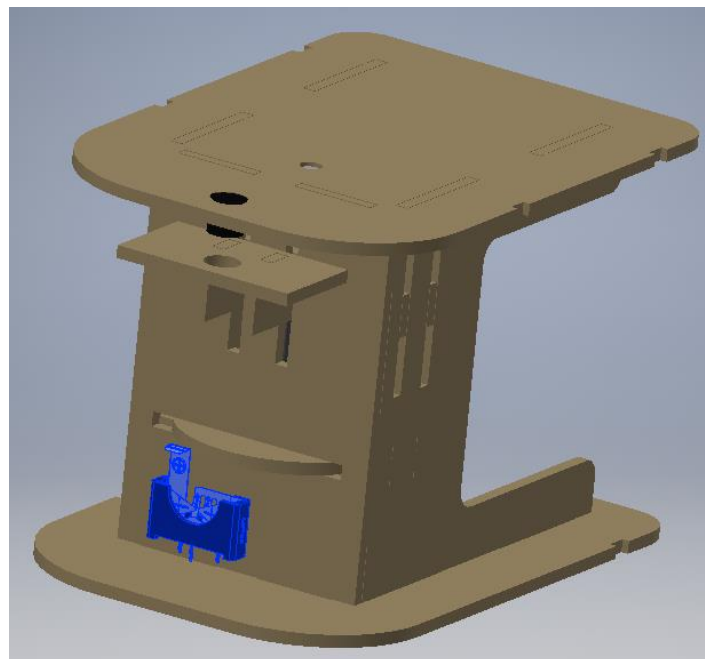
Una manera senzilla d'afegir un punt de llum es mitjançant una pila i un LED. De tal manera que es necessita:

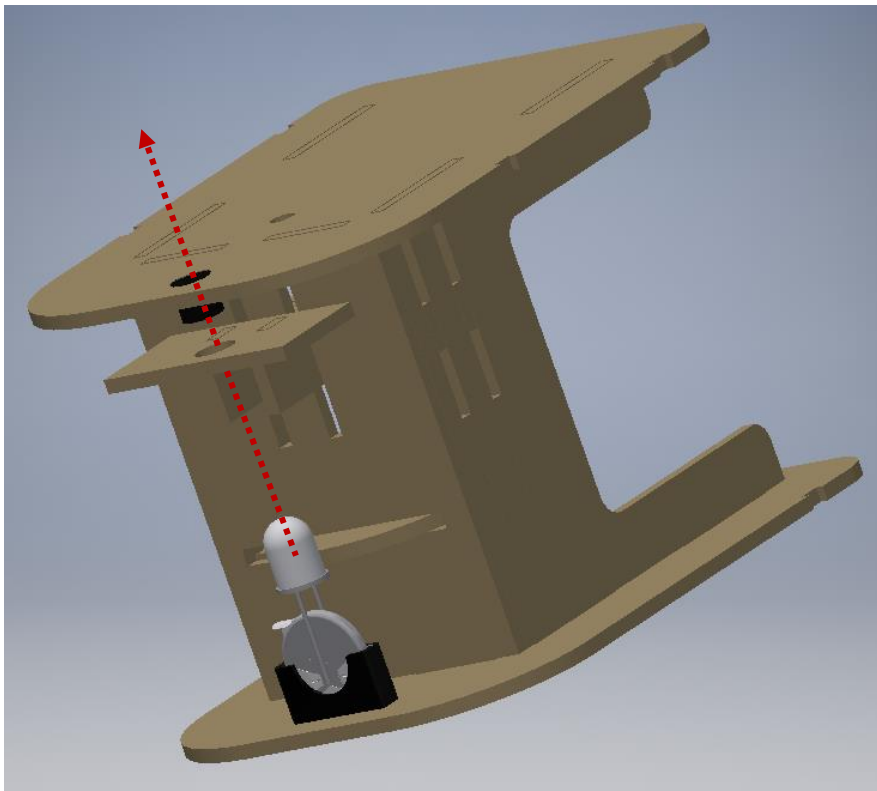
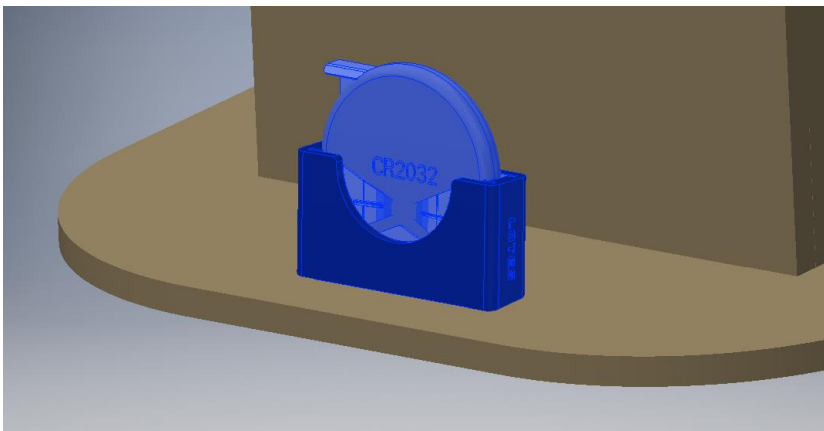
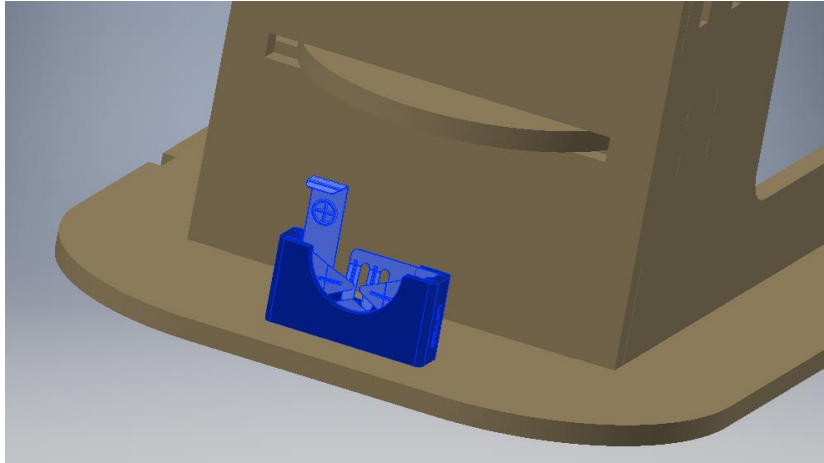
- Porta piles vertical CR2032
- Pila CR2032
- LED 3mm (llum blanca, per defecte)



Cal clavar el porta piles a la base del microscopi, tal com es mostra en les figures que es troben a continuació.

Al col·locar el LED, cal vigilar amb el càtode (+) i l'ànode (-). Si al visualitzar la mostra, existeix un excés de llum, podem moure el LED o interposar algun full per reduir-ne la intensitat.



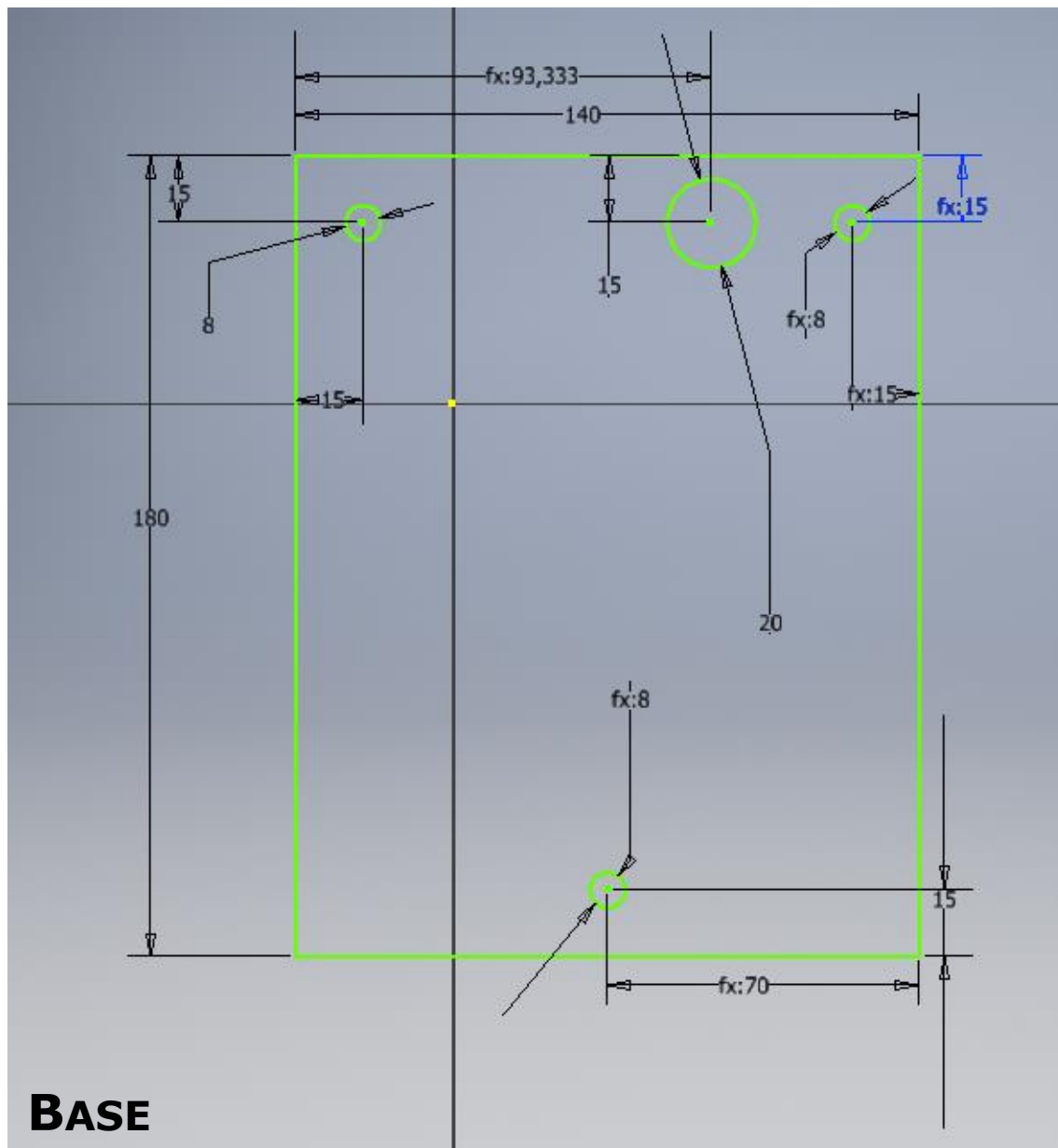


ALTRES OPCIONS

Materials

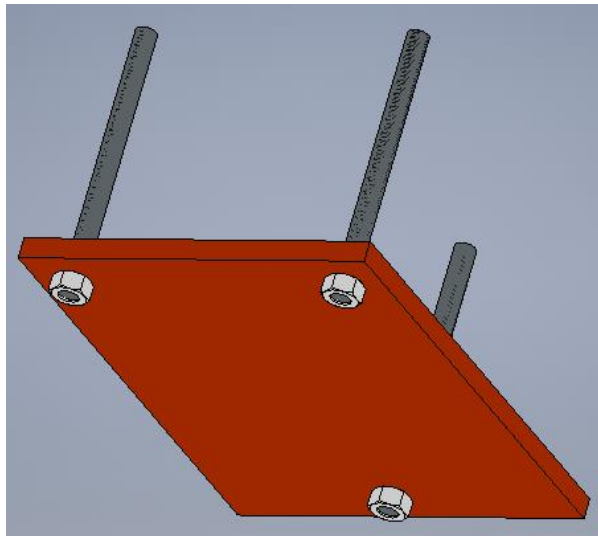
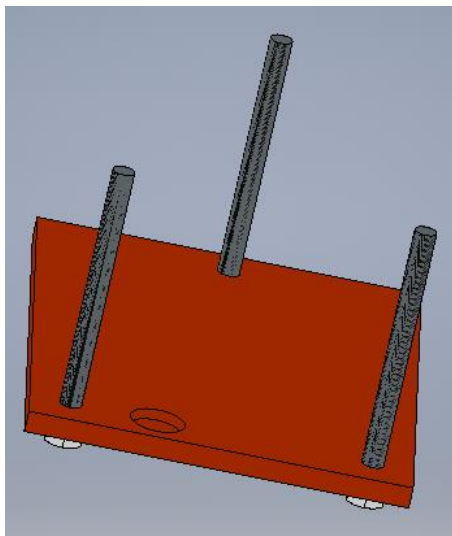
- Fusta DM 8mm 140*180mm
- Metacrilat transparent 140*180 mm
- Metacrilat transparent 140*40 mm
- Vara roscada M8*100 mm, 3 unitats
- Femelles, 8 unitats (recomanat 14)
- Opcional: Aranda les M8, rosca papallona*
- Lent punter làser
- Llanterna

Esquemes

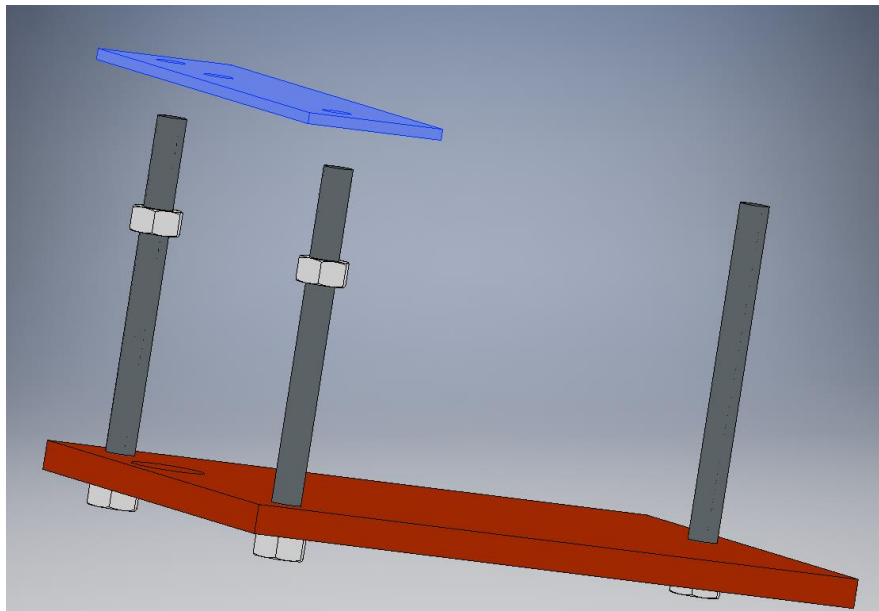


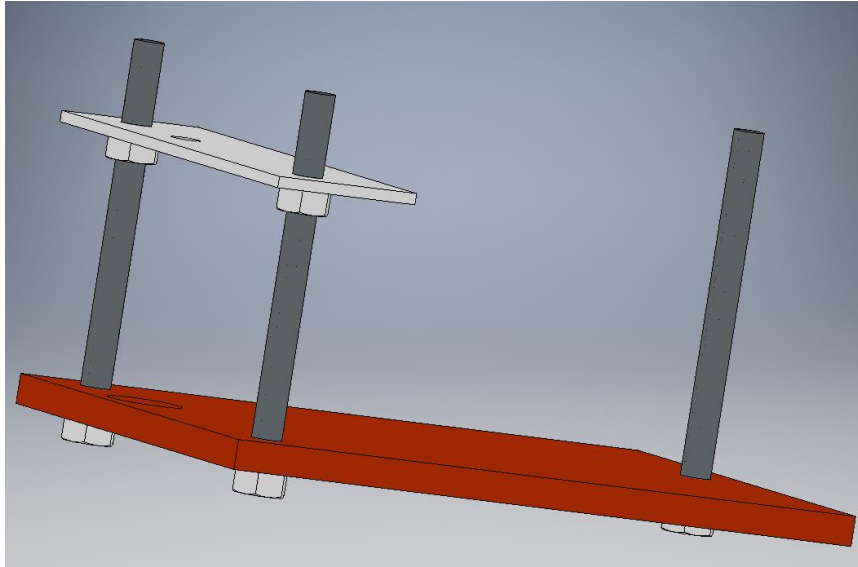
Ensamblatge

1. Preparar la base de fusta i els suport de metacrilat
2. A la base de fusta, afegir les 3 vares roscades i una femella per la part de sota. Podem afegir una a la part posterior amb l'objectiu de fer més estable el microscopi.

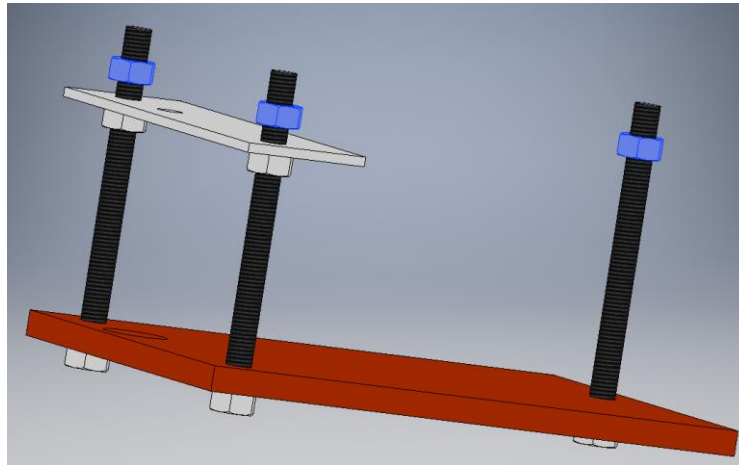


3. Afegim 2 femelles més a les vares anteriors, sobre les quals reposarà el suport per les preparacions de microscòpia.
Pot ser interessant substituir aquestes dues femelles, per 2 palometes donat que son aquestes femelles les que ajudaran a enfocar la imatge.

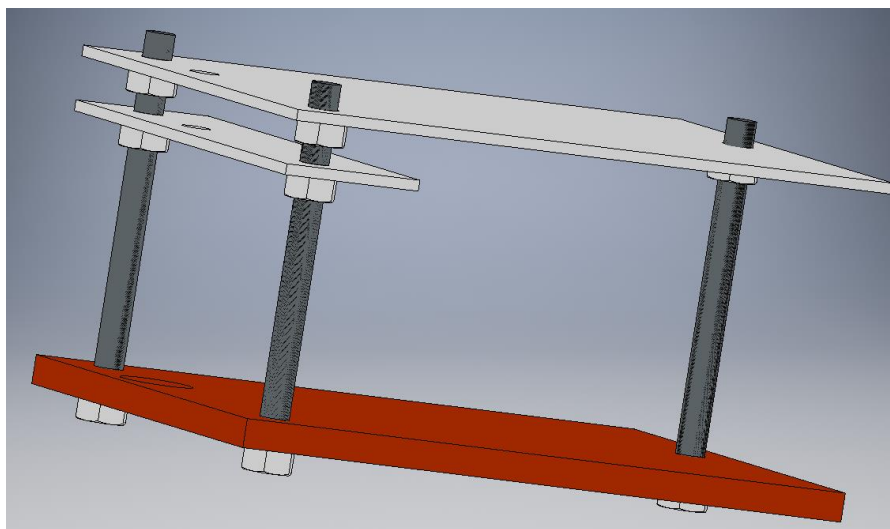


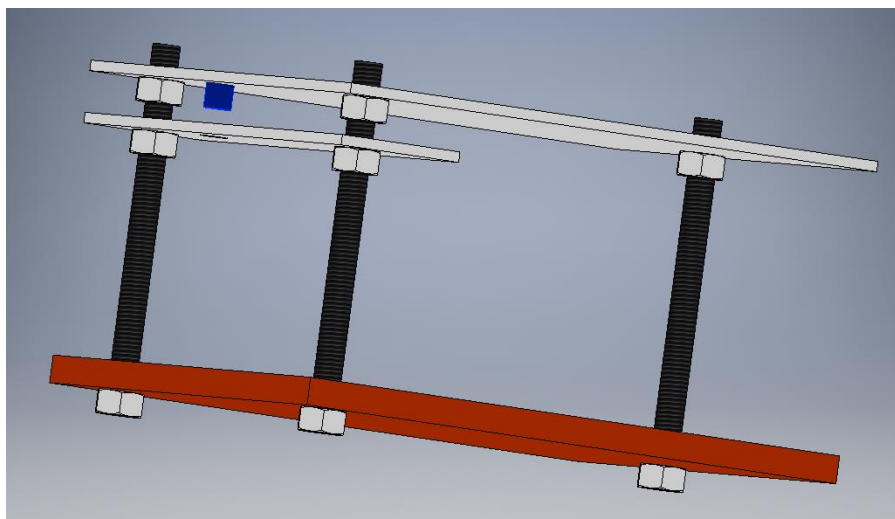


4. Afegir 3 femelles tal com es mostra a la imatge

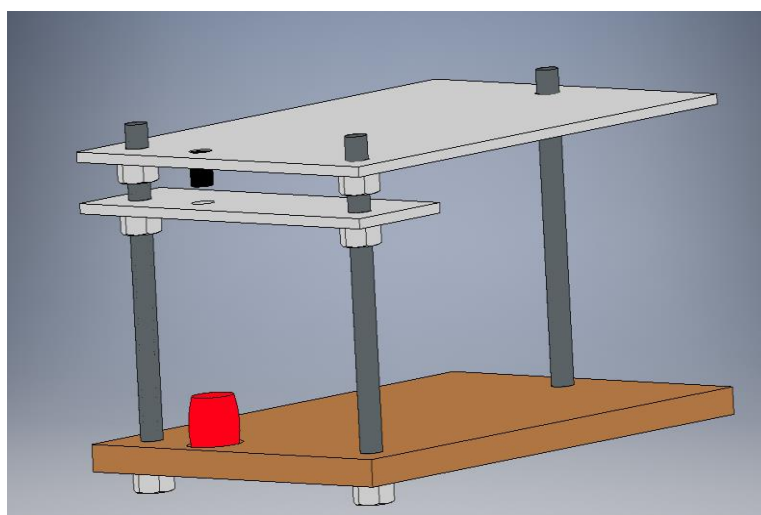


5. Col·locar la lent a la part superior de metacrilat, vigilant que quedi ben enrasada. Opcionalment, es pot afegir 3 femelles per fixa aquesta base.





6. Aquest model esta pensat per utilitzar una lot com a font de llum. Tot i així, es viable utilitzar una versió basada en una pila i un LED com s'ha ensenyat anteriorment.



Com obtenir una lent per al microscopi

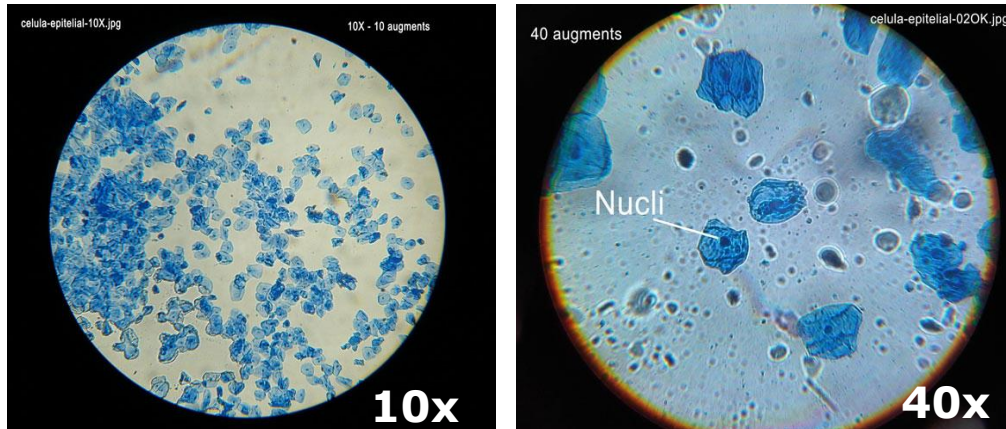
Donat un punter laser qualsevol, podem utilitzar la len convexa que incorpora per al microscopi.



PREPARACIONS PER AL MICROSCOPÍ

CÈL·LULA ANIMAL: EPITELI MUCOSA ORAL

Les cèl·lules animals poden tenyir-se fàcilment mitjançant el blau de metilè. Aquest fet es degut a la permeabilitat de les seves membranes cel·lulars. El blau de metilè interacciona amb les molècules amb carrega negativa, com el DNA o el RNA.



Materials

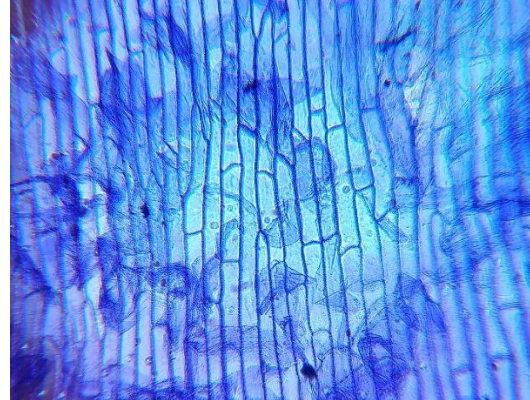
- Microscopi
- Bastonet de cotó / Escuradents
- Portaobjectes i cobreobjectes
- Blau de metilè (0.5-1.0% solució stock, diluir a 1:4 amb H₂O).
- Bec bunsen
- Aigua destil·lada
- Pines de fusta
- Vidre de rellotge / Placa de Petri

Protocol

1. Raspar amb un escuradents la mucosa interna de la galta de la boca, dipositant el producte extret en el centre d'un portaobjectes amb una gota d'aigua.
2. Realitzar una extensió més o menys uniforme, amb l'ajuda d'una agulla o un altre porta
3. Amb l'ajut d'unes pines de fusta, escalfar suaument el portaobjectes per fixar la mostra, passant-lo per la flama de l'encenedor fins a la dessecació de l'extensió i evitant que el portaobjectes es s'escalfi excessivament (comprovar amb dors de la mà).
4. Col·locar el portaobjectes sobre el vidre de rellotge (o placa Petri) i afegir unes gotes de blau de metilè sobre l'extensió.
5. Incubar 2 minuts a temperatura ambient, i després rentar amb aigua destil·lada.
6. Retirar l' excés d'aigua amb una mica de paper de filtre, per capil·laritat no arrossegament.
7. Observar la mostra al microscopi.

CÈL·LULA VEGETAL: EPIDERMIS VEGETAL

La principal diferencia entre les cèl·lules animals i les vegetals rau en la membrana cel·lular. Primer de tot, realitzarem, una tinció de les cèl·lules per tal de visualitzar l'estructura del teixit. Posteriorment, s'observarà al microscopi com afecta la pressió osmòtica a les cèl·lules vegetals. Recorda que la concentració salina elevada (hipertònica) del medi fa que les cèl·lules perdin aigua per intentar equilibrar les concentracions interna i externa (plasmòlisis); i que la concentració salina molt diluïda del medi (hipotònica) fa que les cèl·lules absorbeixin aigua.



Materials

- Microscopi
- Ceba
- Portaobjectes i cobreobjectes
- Comptagotes
- Solució salina: hipertònica (6% NaCl), hipotònica (aigua destil·lada)
- Bisturí
- Blau de metilè (0.5-1.0% solució stock, diluir a 1:4 amb H₂O).
- Pines de dissecció
- Paper de filtre
- Vidre de rellotge / Placa de Petri

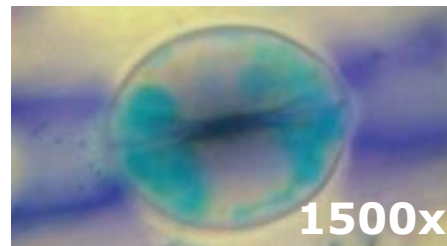
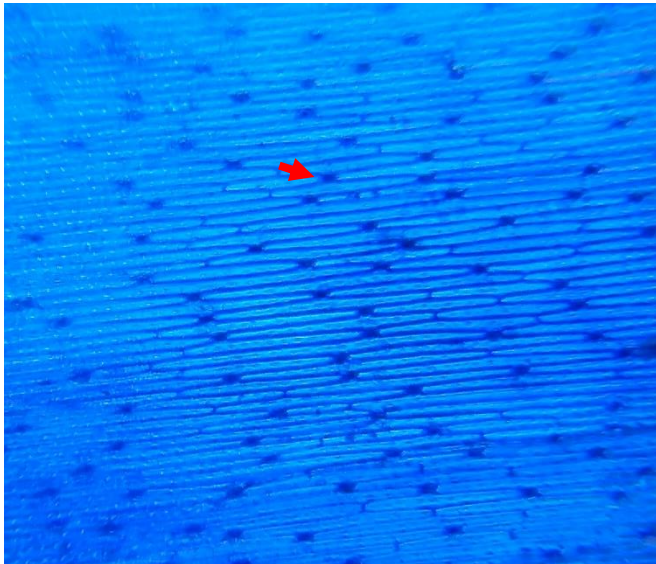
Protocol

1. Tallar una ceba a quarts; en un de els quarts, separar les capes formen la ceba i, en la seva cara interna, separar l'epidermis (el teixit transparent que recobreix el full)
2. Col·locar l'epidermis sobre un portaobjectes, tenint cura de que el teixit quedi estirat.
3. Repetir el pas anterior, per a obtenir un total de 3 portaobjectes amb mostra. Retolar les mostres com a : tinció, hipotònic i hipertònic.
4. Mostra tinció:
 - a. Col·locar el portaobjectes sobre una placa Petri
 - b. Amb el comptagotes afegir blau de metilè, fins a cobrir la preparació.
 - c. Incubar 5 minuts a temperatura ambient
 - d. Rentar la preparació amb aigua destil·lada fins que aquesta surti transparent.
 - e. Col·locar un cobreobjectes i assecar la preparació per sota amb paper de filtre
 - f. Observa-al microscopi.
5. Mostra hipotònica/hipertònica:
 - a. Col·locar un cobreobjectes i assecar la preparació per sota amb paper de filtre.
 - b. Mentre s'observa la mostra sota el microscopi, afegir amb comptagotes solució hipotònica o hipertònica, mentre que per l'extrem oposat s'absorbeix l'excedent de solució amb paper de filtre.

CÈL·LULA VEGETAL: ESTOMES

L'estoma és una estructura vegetal que regula l'intercanvi de gasos, format per un mínim de dues cèl·lules especialitzades anomenades cèl·lules oclusives i que deixen una obertura entre elles anomenada ostíol. L'ostíol és un porus que condueix a un ampli espai intracel·lular fent possible així l'intercanvi de CO_2 i O_2 . Així mateix, l'ostíol també permet la transpiració de vapor d'aigua. La seva obertura es fotodepenent (llum=obert).

La forma, el nombre d'estomes i la seva disposició en les fulles és una característica de cada espècie i és molt variable.



Materials

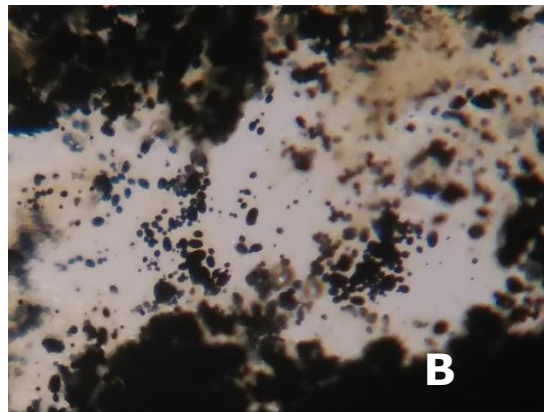
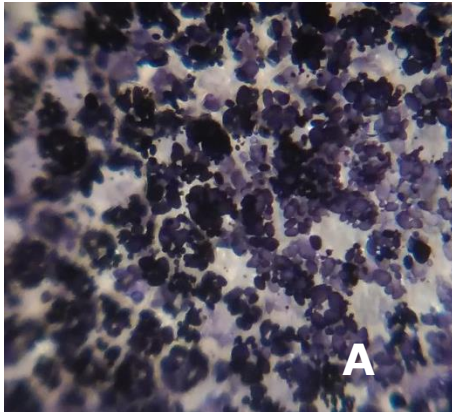
- Microscopi
- Portaobjectes i cobreobjectes
- Pinces
- Bisturí
- Comptagotes
- Porro
- Blau de metilè (0.5-1.0% solució stock, diluir a 1:4 amb H_2O).
- Aigua destil·lada
- Vidre de rellotge / Placa de Petri

Protocol

1. A la zona verda del porro, tallar una part petita (2x2cm) de la fulla i separar l'epidermis.
2. Col·locar l'epidermis en un portaobjectes, on prèviament hi ha 3 gotes d'aigua per tal de facilitar-ne la extensió.
3. Assecar l'aigua excedent amb paper de filtre i col·locar sobre la placa de Petri
4. Afegir blau de metilè i incubar durant 5 minuts a temperatura ambient. Vigilar que la mostra no s'assequi, afegint més colorant si es necessari.
5. Amb un comptagotes, netejar l'excés de colorant.
6. Col·locar sobre la preparació un cobreobjectes evitant que es formin bombolles.
7. Visualitzar al microscopi.

CÈL·LULA VEGETAL: AMILOPLASTS

Un amiloplast és un tipus de d'òrganul que es troba només en les cèl·lules vegetals i es seu contingut de grànuls de midó. És el responsable de l'emmagatzematge de l'amilopectina, una forma de midó, via la polimerització de la glucosa.



En la imatge A s'observa un tall molt prim de patata tenyit amb lugol. Els amiloplasts es troben empaquetats. En la imatge B es poden veure els amiloplasts alliberats, com a conseqüència del raspat.

Materials

- Microscopi
- Portaobjectes i cobreobjectes
- Pines
- Bisturí
- Comptagotes
- Patata / Llegum / Llavor / Plàtan
- Solució de lugol
- Aigua destil·lada
- Vidre de rellotge / Placa de Petri

Protocol

1. (A) Tallar un tros molt prim de patata¹ .
(B) Raspalar amb la punta del bisturí.
2. Amb cura, depositar el producte obtingut en un portaobjectes realitzant una extensió.
3. Fixar la mostra per assecat a temperatura ambient (3 min.)
4. Afegir una gota de lugol i incubar a temperatura ambient durant 3 minuts.
5. Rentar suaument amb aigua destil·lada.
6. Col·locar un cobreobjectes i comprimir suaument la preparació amb els dits.

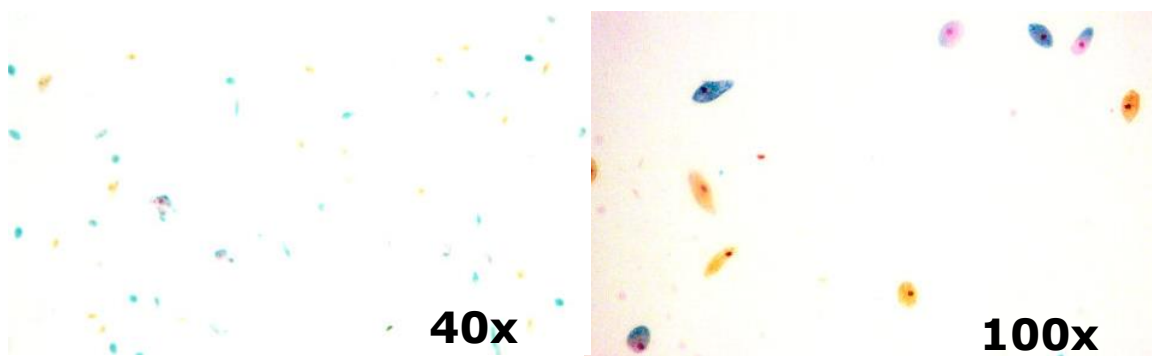
¹ Es poden *raspar diferents llavors, patata, plàtan o llegums (mongeta, pèsol, fesol, blat de moro, etc.)* realitzant el procés similar al del raspat de la patata.

PROTOZOUS

Els protozous són éssers unicel·lulars eucariòtics de nutrició heteròtrofa, que necessiten viure en un medi humit. Alguns són paràsits i produeixen malalties com la malària. D'altres, viuen en aigua dolça o salada, formant part del plàncton.

Per desplaçar-se pel medi aquàtic, utilitzen pseudòpodes, cilis o flagels. Concretament, els ciliats d'aigua dolça posseeixen un vacúol pulsatiu amb funció excretora i osmoreguladora. Quan les condicions del medi es tornen adverses, com és el cas d'una dessecació, produeixen un embolcall resident i redueixen al mínim la seva activitat metabòlica, fins que les condicions ambientals tornant a ser les adients.

La seva reproducció més freqüent és l'asexual, per bipartició, encara que alguns presenten reproducció sexual per conjugació.



Materials

- Microscopi
- Portaobjectes i cobreobjectes
- Comptagotes
- Paper de filtre
- Vas de precipitats 250/500 ml
- Blau de metilè 0.05%
- Fullaraca, fulles externes d'enciams, bledes, coliflor, etc.

Protocol

A) Cultiu

1. Col·locar dins el vas de precipitats fullaraca
2. Afegir aigua fins a un dit per sota de la vora.
3. Deixar reposar el cultiu uns 15 dies a temperatura ambient. El vas de precipitats es pot tapar amb paper de plata i mantenir fora de la llum directa.

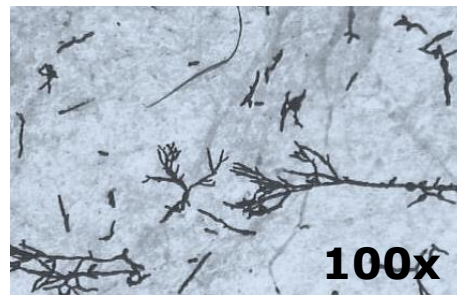
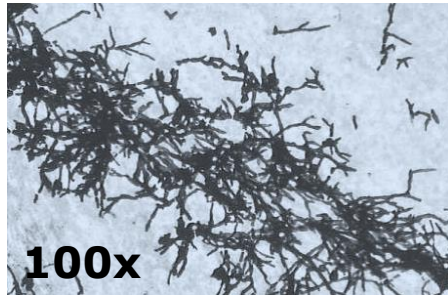
B) Observació

4. Amb un comptagotes, agafar una mostra del cultiu.
5. Dipositar la mostra en un portaobjectes i tapar amb un cobreobjectes.
6. Mentre s'observa la mostra al microscopi, afegir suaument per un extrem del cobreobjectes blau de metilè amb un comptagotes.

FONGS

Els fongs són cèl·lules eucariotes, i poden estar organitzats com unicel·lulars (llevats) o pluricel·lulars (floridures). El primers els podem trobar en molts aliments, com algunes cerveses del tipus *Wiezenbier*.

El fongs que produeixen floridures, son fàcilment visualitzables al microscopi i es poden trobar en formatges o en aliments en descomposició. Estan formats d'hifes, unes estructures filamentoses, separades l'una de l'altra per unes divisions anomenades septes. Al conjunt d'hifes se l'anomena miceli.



Materials

- Microscopi
- Portaobjectes i cobreobjectes
- Comptagotes
- Paper de filtre
- Blau de metilè 0.05%
- Pa de motlle, salsa de tomàquet, formatge, medi agarosa en placa de Petri

Protocol

IMPORTANT: Les espores produïdes pels fongs poden ser perilloses per la salut i provocar malalties. Es necessari prendre les mesures de seguretat necessàries. Això implica l'ús de guants i mascareta durant la manipulació de la mostra i la inactivació del material contaminat mitjançant la immersió en lleixiu al 5% durant 10 minuts.

A) Cultiu

1. Posar dins d'un recipient hermètic una llesca de pa de motlle o salsa de tomàquet. (Opcional: Alguns formatges ja tenen els fongs desenvolupats a la capa externa)
2. Tancar el recipient i deixar reposar un mínim de 7 dies, evitant calor o llum directe.
3. Quan els fongs siguin de la mida desitjada, obrir amb compte utilitzant guants i mascareta per evitar respirar les espores.

B) Observació

7. En un portaobjectes, dipositar una gota d'aigua destil·lada.
8. Raspar amb un bisturí el fong i dipositar el producte al portaobjectes, barrejant-lo amb la gota d'aigua.
9. Tapar amb un cobreobjectes.
10. Col·locar en un extrem del cobreobjectes paper de filtre i afegir blau de metilè per el costat contrari, fins que tota la mostra quedi tanyida.
11. Incubar 2 minuts a temperatura ambient
12. Eliminar l'excés de tinció amb paper de filtre
13. Observar al microscopi