

OEF 2020 – Fase Catalana

TEST

Nom i Cognoms:

Responen les següents qüestions tipus test. Només una de les opcions és correcta. El test es puntua sobre un total de 20 punts. Si la resposta és correcta, comptarà com a 2.5 punts. Si no es respon una qüestió (és a dir, si es deixa en blanc a la casella), comptarà 0 punts. Els errors descomptaran 1 punt. **SI US PLAU:** indiqueu la opció (resposta) escollida en cada qüestió a la taula següent:

Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8

Q1. Sabem que la velocitat en funció del temps d'una partícula de massa $m = 15 \text{ kg}$ ve donada per el vector:

$$\vec{v}(t) = 3t\hat{i} - 2t^2\hat{j}$$

Sabent que a l'instant inicial es troba situada en el punt $(1, -1)$, la seva posició i acceleració en l'instant $t = 2s$, seran:

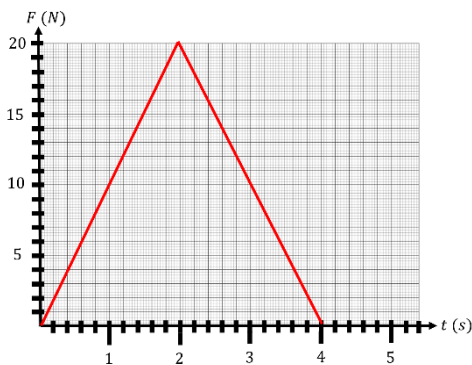
- a) $\vec{x} = (6,4/3) \text{ m}; \vec{a} = (16/3,3)\text{m/s}^2$
- b) $\vec{x} = (4,6) \text{ m}; \vec{a} = (-3,7)\text{m/s}^2$
- c) $\vec{x} = (7, -19/3) \text{ m}; \vec{a} = (3, -8)\text{m/s}^2$
- d) $\vec{x} = (1, -1) \text{ m}; \vec{a} = (3, -8)\text{m/s}^2$

Q2. Suposem que un planeta té un radi que val el doble que el de la Terra i que té la mateixa acceleració de la gravetat. Quina és la relació entre les dues densitats $\rho_{Terra}/\rho_{Planeta}$?

- a) 1/2
- b) 2
- c) 1/4
- d) 4

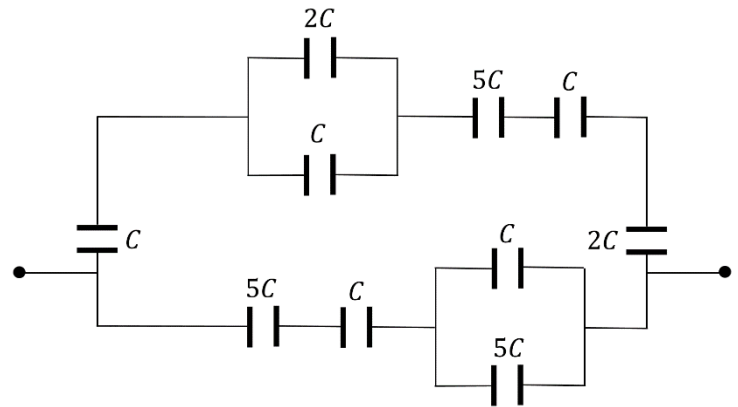
Q3. Apliquem una força variable sobre un cos de massa $m = 2 \text{ kg}$, representada en funció del temps a la figura adjunta. La quantitat de moviment del cos (en $\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) ha variat en:

- a) 80
- b) 40
- c) 20
- d) 10



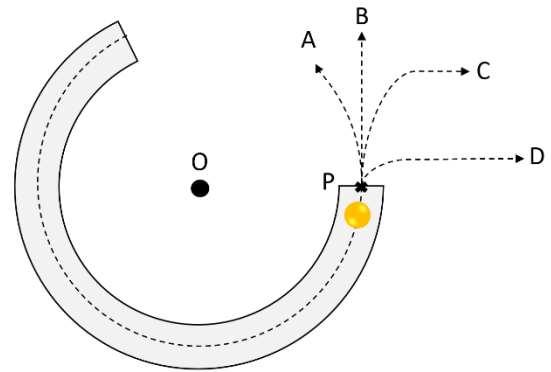
Q4. Sabent que la capacitat equivalent C_{eq} d'un sistema de condensadors en sèrie es calcula com $\frac{1}{C_{eq}} = \sum \frac{1}{C}$ i, en paral·lel, com $C_{eq} = \sum C$, el valor de la capacitat equivalent del següent sistema (amb $C = 2 \mu\text{F}$) és:

- a) $0.45 \mu\text{F}$
- b) $45 \mu\text{F}$
- c) $2.12 \mu\text{F}$
- d) $3.33 \mu\text{F}$

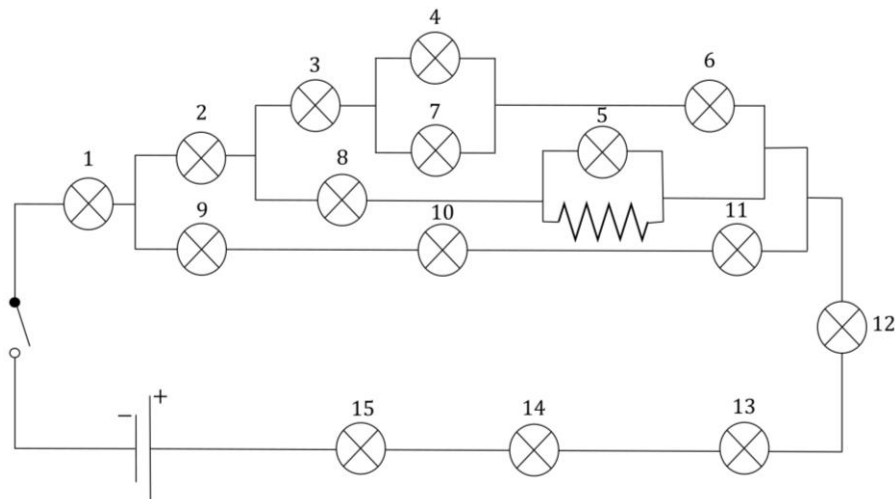


Q5. La figura adjunta mostra una canal circular de centre O segmentat en el qual no hi ha fricció. Aquest canal es troba fixat sobre la superfície del paper. Una bola circular per el canal. En abandonar el canal per l'extrem indicat pel punt P, quina trajectòria seguirà la partícula?

- a) A
- b) B
- c) C
- d) D



Q6. Considereu el següent sistema de bombetes incandescents:

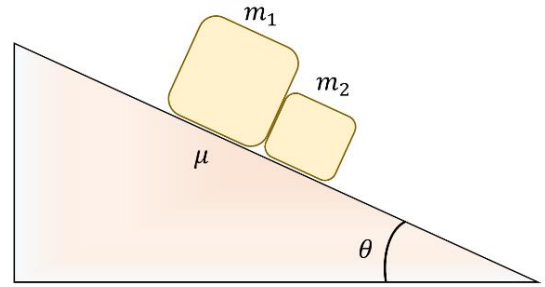


Si, amb l'interruptor tancat, es fon la bombeta 3, quedaran enceses les bombetes:

- a) 1,2,3,4,5,8,9,10,11,12,13,14,15
- b) 1,2,4,7,6,9,10,11,12,14,15
- c) 1,2,5,8,9,10,11,12,13,14,15
- d) 1,2,6,7,9,11,12,13,14,15

Q7. Tenim dos blocs de masses m_1 i m_2 que descendeixen junts per un pla inclinat que forma un angle θ respecte a l'horitzontal (tal i com mostra la figura). El coeficient de fricció cinètic entre els blocs i el pla val μ . En aquestes condicions, respecte a l'acceleració dels dos blocs i la força de contacte N entre ells, podem afirmar que:

- a) $a = g (\sin \theta + \mu \cos \theta)$ i $N = 0$ si $m_1 < m_2$
- b) $a = g (\sin \theta - \mu \cos \theta)$ i $N > 0$ si $m_1 > m_2$
- c) $a = g (\sin \theta - \mu \cos \theta)$ i $N = 0$ en general
- d) Totes les afirmacions anteriors són falses



Q8. Digues quina de les afirmacions respecte al pèndol simple és incorrecta:

- a) El període del pèndol simple és independent de la massa que en penja.
- b) Si quadruplicuem la longitud del pèndol, el seu període es doblarà.
- c) A la Lluna el període d'un pèndol serà més llarg que a la Terra.
- d) Quan major sigui la massa, més ràpid oscil·larà.

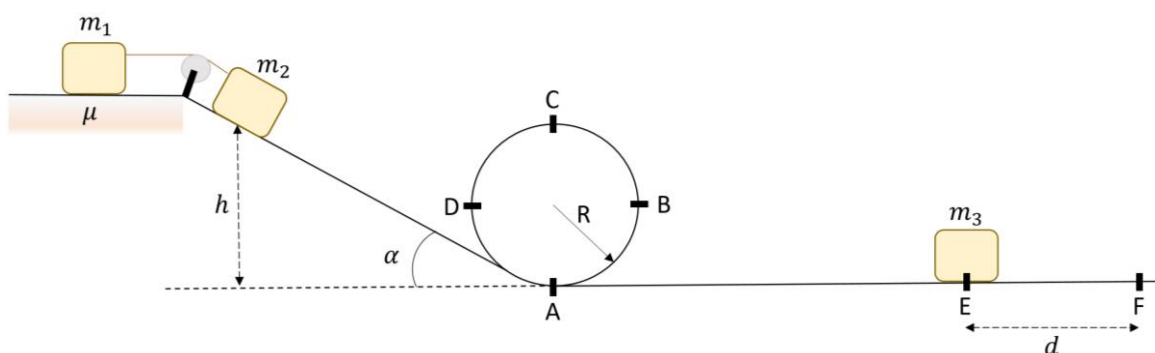
OEF 2020 – Fase Catalana

PROBLEMES

NOTA: Heu d'entregar cada problema en fulls per separat, tot indicant el vostre nom i cognoms en cada full del problema. El problema experimental s'ha d'entregar en el mateix full d'enunciat.

1. Considereu el sistema de la figura (les mides dels blocs són negligibles), en que solament hi ha fricció en el tram horitzontal sobre el qual reposa la massa m_1 , i els valors numèrics de la taula següent:

m_1 (kg)	m_2 (kg)	m_3 (kg)	h (m)	R (m)	d (m)	α (°)
10	30	20	3	1	5	30

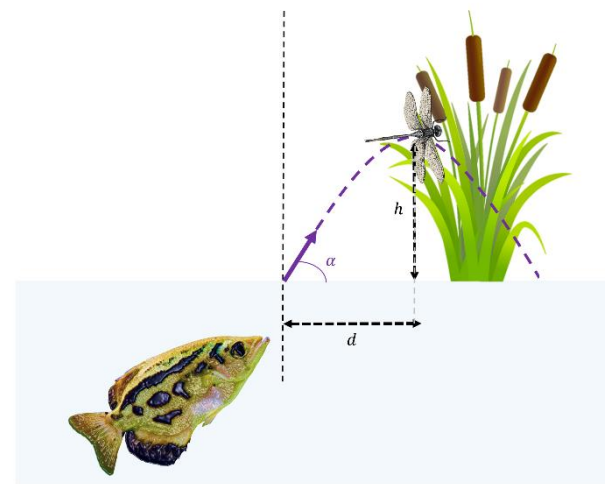
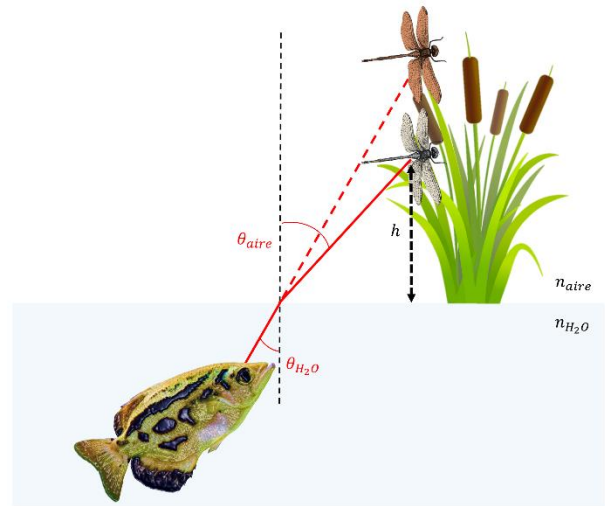


- a) Determineu el valor de μ per tal que el sistema format pels blocs m_1 i m_2 romangui en equilibri. Feu el dibuix del diagrama de cos lliure dels dos cossos.
- b) Determineu el valor de la tensió de la corda que uneix els dos blocs.

En un moment donat, tallem la corda que uneix les masses m_1 i m_2 , i aquesta darrera baixa lliscant pel pla inclinat.

- c) Determineu la velocitat del bloc i la normal exercida pel carril del *looping* ABCD sobre aquest en els punts A, B, C i D.
- d) Considereu un xoc elàstic entre els blocs m_2 i m_3 . Trobeu les velocitats d'aquestes masses després del xoc.
- e) Si en el tram EF hi ha fricció donada per $\mu' = 2\mu$, determineu si el bloc m_3 assolirà el punt F i, en cas afirmatiu, digueu quina velocitat durà en aquest punt.

2. El peix arquer (*toxotes*) és un animal que escup aigua per a caçar insectes (d'aquí el seu nom). Suposem que tenim un exemplar de peix arquer (*Toxotes jaculatrix*) que pretén caçar un espiadimonis (libèl·lula) que es troba recolzat sobre la fulla d'una planta aquàtica situada a una certa alçada h respecte la superfície de l'aigua d'un llac. A causa de la refracció de la llum al passar de l'aire a l'aigua, el peix veu a la libèl·lula a una alçada diferent a la que es troba realment. Considereu $\theta_{H_2O} = 20^\circ$ l'angle amb el qual el peix veu a la libèl·lula, i α l'angle amb el qual la gota d'aigua emergeix de la superfície del llac (la figura superior mostra la trajectòria de la llum i la inferior la descrita per la gota d'aigua). Preneu $n_{aire} = 1$ i $n_{H_2O} = 1.33$. La libèl·lula es troba a una distància horitzontal d respecte al peix i la seva imatge està a una alçada de 210 cm respecte a l'ull del peix. El peix està submergit a 10 cm de profunditat.



Tingueu en compte que la interfície aire-aigua actua com un dioptr pla, l'expressió del qual és:

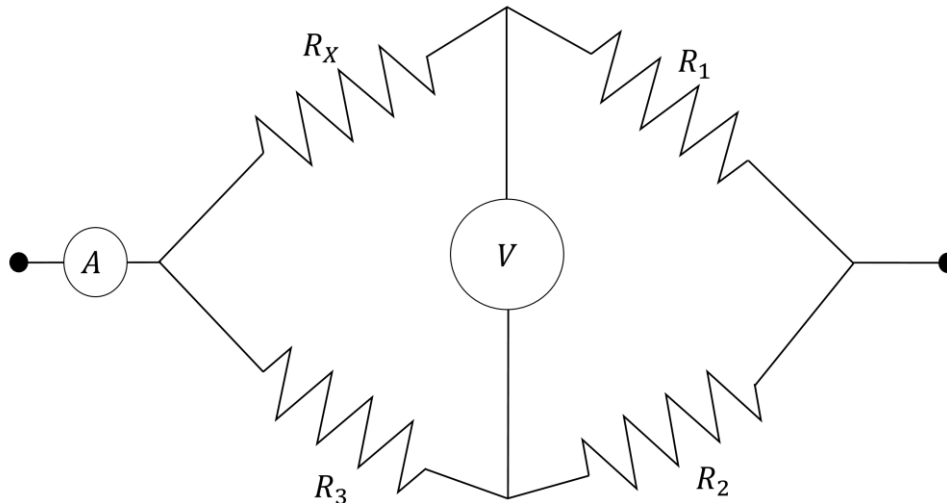
$$\frac{n}{s} = \frac{n'}{s'}$$

On s és la distància respecte a la superfície de l'aigua a la que està la libèl·lula, i s' a la que es troba la imatge d'aquesta respecte a la superfície de l'aigua. Per al nostre problema $s = h$.

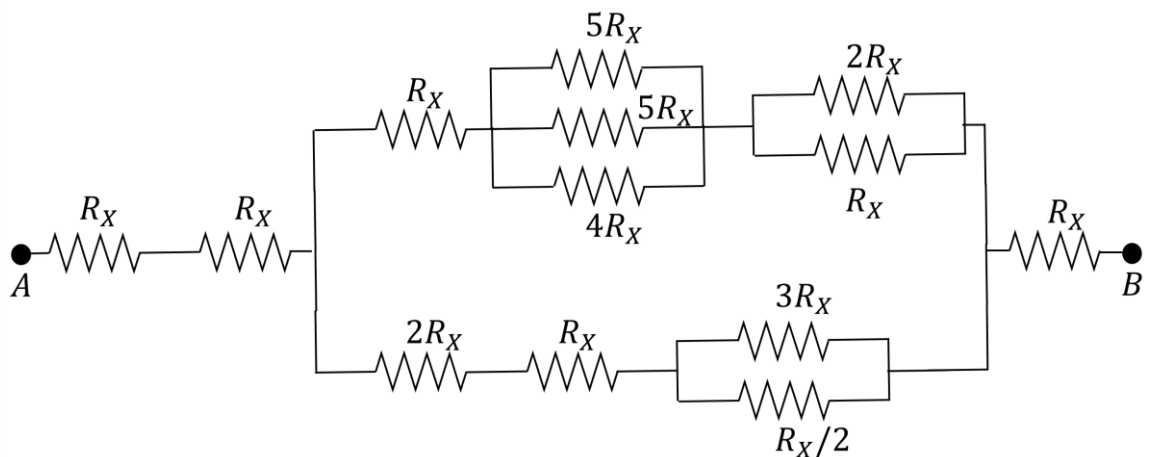
- Determineu el valor de la distància horitzontal d .
- Determineu a quina alçada h respecte a la superfície de l'aigua es troba reposant l'insecte.
- Determineu l'angle α si la velocitat v_0 amb la que la gota emergeix de l'aigua és de 6 m/s (si no heu resolt l'apartat anterior, preneu $h = 150$ cm).
- Comproveu numèricament que $\theta_{aire} + \alpha \neq 90^\circ$.
- Determineu a quina distància horitzontal respecte al peix caurà la libèl·lula a l'aigua. Per a fer-ho, considereu un xoc totalment inelàstic entre la gota d'aigua i la libèl·lula, que tenen unes masses $m_g = 20$ mg i $m_l = 100$ mg, respectivament.

NOTA: realment, quan s'estudia la dinàmica de caça del peix arquer, s'observa que la gota d'aigua és realment un jet que s'accelera a mesura que s'acosta a la premsa, en comptes d'un punt material que descriu un tir parabòlic (tal i com hem considerat nosaltres aquí). Si voleu una descripció realista del problema us recomanem la lectura de l'article d'investigació de 2012: *How Archer Fish Achieve a Powerful Impact: Hydrodynamic of a Pulsed Jet in Toxotes jaculatrix*, de Vailati, Zinnato i Cerbino.

3. La figura il·lustra un esquema d'un muntatge anomenat pont de Wheatstone que fou ideat pel físic anglès Charles Wheatstone (1802 – 1875) l'any 1843. Aquest muntatge serveix per a mesurar resistències d'una manera ràpida i precisa: s'escullen les resistències de manera que la lectura del voltímetre (V) sigui de 0 V. A la pràctica, R_3 és una resistència variable, que anem canviant fins a aconseguir una lectura nul·la a V .



- Suposant conegudes les resistències R_1 , R_2 i R_3 , doneu el valor de la resistència problema R_X .
- Determineu el valor de R_X per al cas en que $R_1 = 10 \Omega$, $R_2 = 2 \Omega$ i $R_3 = 3 \Omega$.
- Si es canvia R_3 per $R'_3 = 3R_3$, i l'amperímetre de l'esquema dóna una lectura de 10 A, determineu quina lectura marcarà el voltímetre.
- Considereu ara el següent circuit:



Determineu el valor de la resistència equivalent R_{AB} .

4. Sens dubte, una de les obres de Ciència Ficcio més significatives en la història del cinema és la *2001: A Space Odyssey*, de 1968, de Stanley Kubrick. Un fotograma dels més reconeguts d'aquesta pel·lícula és l'estació espacial que orbita al voltant de la Terra i que es basa en models conceptuals de l'enginyer Wernher Von Braun (1912 – 1977) que també van ser emprats per a l'episodi *Man in Space* de la sèrie *Disneyland* (Walt Disney®) de 1955 (vegeu la figura). Aquest disseny es va pensar per a simular una acceleració igual a la gravetat terrestre a dins de la estació.



Considerem el cas del model de Kubrick, el qual se suposa que té un diàmetre de 900 ft (de l'anglès *feet*) i que es troba en òrbita geostacionària a 200 milles de la superfície de la Terra. Sabent això, amb les dades adjuntes i prenent l'esquema següent:

$$G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2$$

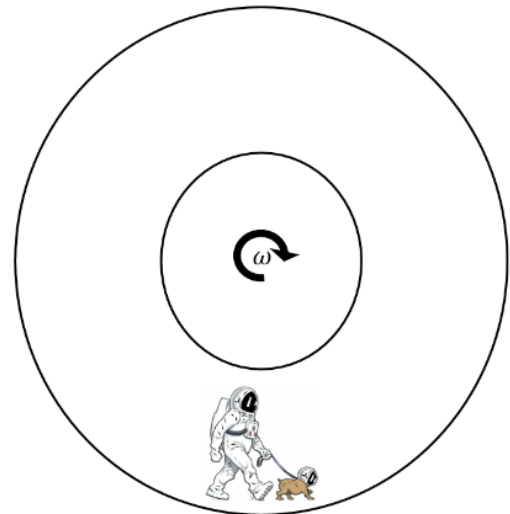
$$M_{Terra} = 5.97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

$$m = 419455 \text{ kg}$$

$$R_T = 6370 \text{ km}$$

$$1 \text{ ft} = 30.48 \text{ cm}$$

$$1 \text{ milla} \approx 1.61 \text{ km}$$



- A quina velocitat angular ω ha de girar l'estació sobre el seu eix per a simular una acceleració igual a la gravetat terrestre?
- Quin és el període de rotació al voltant de la Terra, de l'estació espacial?
- Quina és l'energia mecànica total de l'estació espacial?
- A quina velocitat v hauria d'orbitar l'estació per a mantenir-se en òrbita geostacionària? A quina distància respecte a la superfície terrestre es trobaria en aquest cas (doneu el resultat en milles)?

Problema Experimental. Entregueu la resolució d'aquest problema en aquest full i, si convé, en els fulls que demaneu per a realitzar els càlculs.

Nom i Cognoms:

Un mesurador de camp és un dispositiu comercial que s'empra per a conèixer la càrrega electrostàtica sobre una superfície. Mitjançant aquest dispositiu ens disposem a comprovar experimentalment la següent expressió:

$$V(r) = K \frac{Q}{r}$$

On V és el potencial elèctric (mesurat en volts), Q és la càrrega que genera aquest potencial (mesurada en coulombs), r la distància a la que es mesura el potencial respecte la posició de la càrrega, i K una constant.

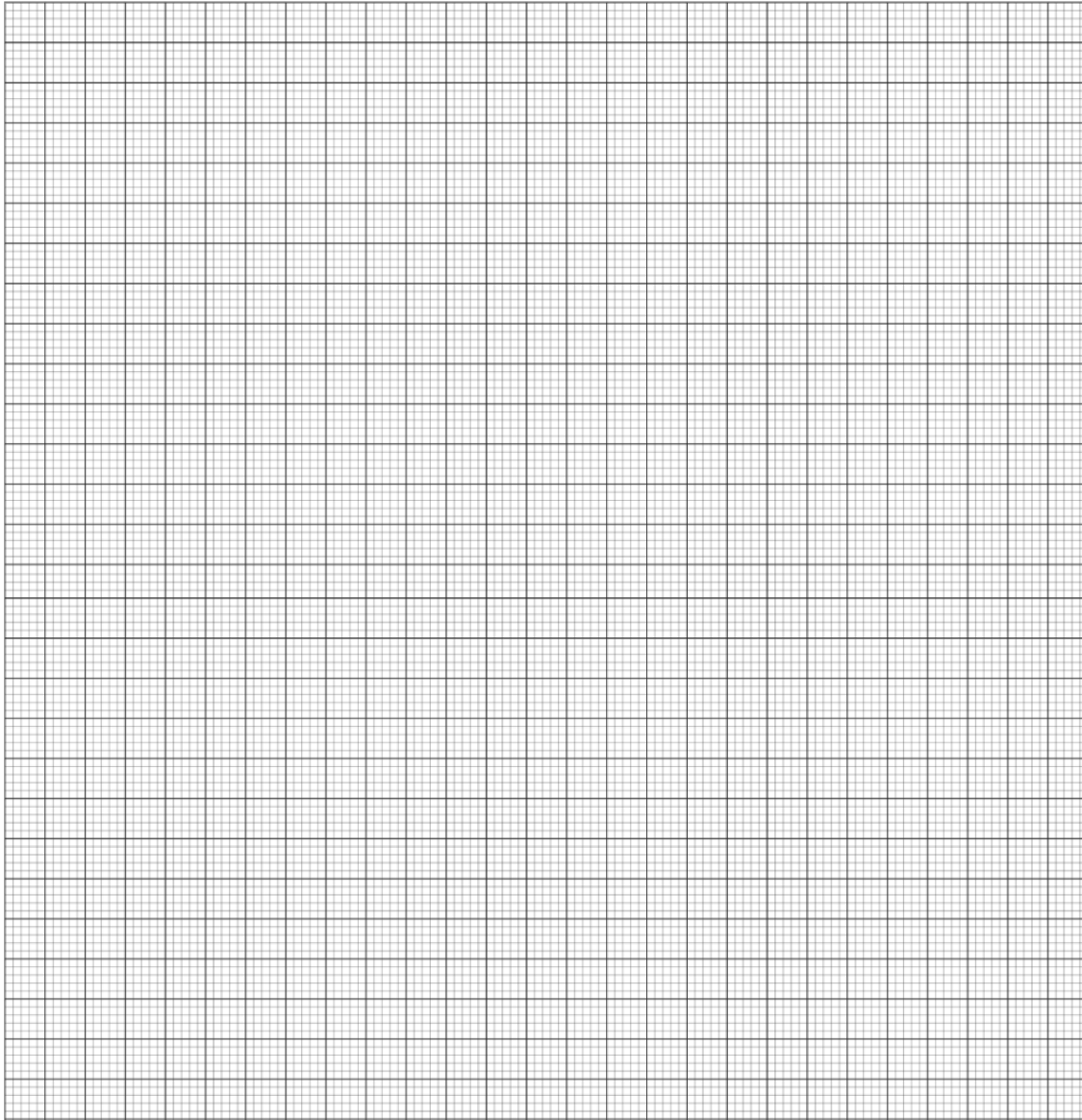
Fent una sèrie de mesures, allunyant el mesurador de camp respecte càrrega Q hem obtingut els resultats que es presenten en la taula següent:

r (cm)	V (kV)	r^{-1} (cm ⁻¹)
2.5	1.06	
3	0.94	
4	0.79	
5	0.64	
6	0.52	
7	0.48	
8	0.44	
9	0.37	
10	0.33	
11	0.28	
12	0.26	
13	0.22	
14	0.20	
15	0.19	
16	0.18	
17	0.17	
18	0.16	
19	0.14	
20	0.13	

A partir del que se us ha explicat i dels valors de la taula:

- Completeu la taula donada amb els valors de r^{-1} .
- Representeu gràficament sobre el paper mil·limetrat el potencial en funció de la distància. Què obteniu?
- Representeu gràficament sobre el paper mil·limetrat el potencial en funció de l'invers de la distància (que heu calculat al primer apartat).
- Feu la recta de regressió ($y = mx + n$) d'aquesta segona gràfica i compareu-la amb l'expressió del potencial donada a l'enunciat. Quina relació hi ha entre els paràmetres físics del problema (és a dir, la expressió del voltatge que es dona a l'enunciat) i les variables de l'equació anterior?

- e) A partir d'aquest darrer resultat, i sabent que $K = 1/4\pi\epsilon_0$, on $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12}$ F/m ($1 \text{ F} = \frac{\text{s}^2 \cdot \text{C}^2}{\text{m}^2 \cdot \text{kg}}$), determineu el valor de la càrrega elèctrica estudiada.





Fase Local OEF

OLIMPIADA INTERNACIONAL DE FÍSICA 2020



Nom i Cognoms:

