



EPFL

1

Enseignant: Burmeister
Physique - CMS
7 avril 2025
Durée : 105 minutes

Dalton Joe













SCIPER : **987654**

Signature

☐ Absent.e

Attendez le début de l'épreuve avant de tourner la page. Ce document est imprimé recto-verso, il contient 14 questions et 8 pages, les dernières pouvant être vides. Le total est de 25 points. Ne pas dégrafer.

- Posez votre **carte d'étudiant.e** sur la table, **vérifiez** votre nom et votre numéro SCIPER sur la première page et apposez votre **signature**.
- **Aucun** document n'est autorisé.
- L'utilisation d'une **calculatrice** et de tout outil électronique est interdite pendant l'épreuve.
- Pour les questions à **choix unique**, on comptera :
 - les points indiqués si la réponse est correcte,
 - 0 point si il n'y a aucune ou plus d'une réponse inscrite,
 - 0 point si la réponse est incorrecte.
- Utilisez un **stylo** à encre **noire ou bleu foncé** et effacez proprement avec du **correcteur blanc** si nécessaire.
- Si une question est erronée, les enseignant·es se réservent le droit de l'annuler.
- Les dessins peuvent être faits au crayon.
- Dans les éventuelles applications numériques, on posera $||\vec{g}|| = g = 10 \text{ m/s}^2$.
- Répondez dans l'espace prévu (**aucune** feuille supplémentaire ne sera fournie).
- Les brouillons ne sont pas à rendre: ils ne seront pas corrigés.

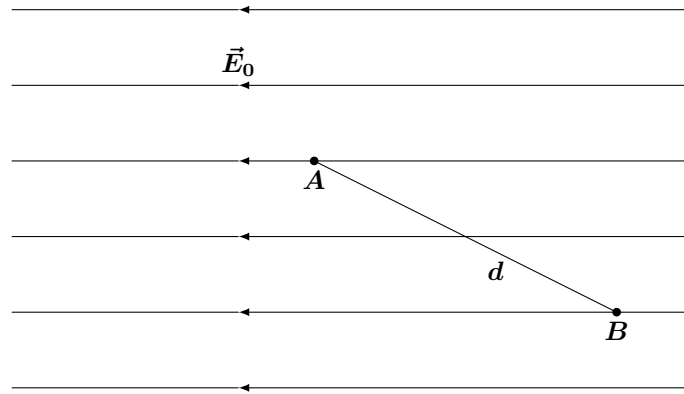
Respectez les consignes suivantes Observe this guidelines Beachten Sie bitte die unten stehenden Richtlinien		
choisir une réponse select an answer Antwort auswählen	ne PAS choisir une réponse NOT select an answer NICHT Antwort auswählen	Corriger une réponse Correct an answer Antwort korrigieren
  		 
ce qu'il ne faut PAS faire what should NOT be done was man NICHT tun sollte		
     		



Première partie, questions à choix unique

Enoncé pour les trois prochaines questions

On considère une région dans laquelle règne un champ électrique uniforme \vec{E}_0 horizontal et deux points fixes A et B séparés d'une distance d . On note E_0 la norme du champ électrique.



Question 1 (2 points)

Si une petite bille de masse m et de charge q est reliée au point A par un fil de longueur L , le fil est tendu et fait un angle α avec la verticale tel que

- | | | | |
|--|--|--|--|
| <input type="checkbox"/> $\tan \alpha = \frac{ q E_0}{mg}$ | <input type="checkbox"/> $\cot \alpha = \frac{mg}{ q E_0}$ | <input type="checkbox"/> $\cot \alpha = \frac{ q E_0}{mg}$ | <input type="checkbox"/> $\sin \alpha = \frac{mg}{ q E_0}$ |
| <input type="checkbox"/> $\cos \alpha = \frac{ q E_0}{mg}$ | <input type="checkbox"/> $\sin \alpha = \frac{ q E_0}{mg}$ | <input type="checkbox"/> $\tan \alpha = \frac{mg}{ q E_0}$ | <input type="checkbox"/> $\cos \alpha = \frac{mg}{ q E_0}$ |

Question 2 (1 point)

Si une petite bille de masse m et de charge q passe en A avec une vitesse verticale \vec{v}_A , sa trajectoire est

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> une parabole d'axe oblique | <input type="checkbox"/> une hyperbole d'axe oblique |
| <input type="checkbox"/> une parabole d'axe horizontal | <input type="checkbox"/> une parabole d'axe vertical |
| <input type="checkbox"/> une droite oblique | <input type="checkbox"/> une hyperbole d'axe horizontal |
| <input type="checkbox"/> une droite verticale | <input type="checkbox"/> une courbe autre que proposées |
| <input type="checkbox"/> une hyperbole d'axe vertical | |

Question 3 (1 point)

La tension entre A et B vérifie

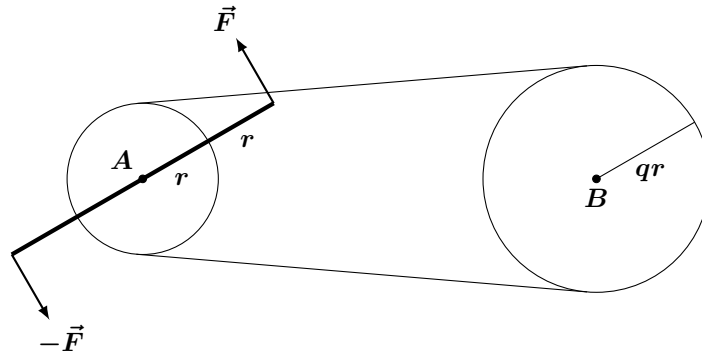
- | | | |
|---|---|--|
| <input type="checkbox"/> $-E_0d < U_{AB} < 0$ | <input type="checkbox"/> $U_{AB} = -E_0d < 0$ | <input type="checkbox"/> $0 < U_{AB} < E_0d$ |
| <input type="checkbox"/> $U_{AB} = E_0d > 0$ | <input type="checkbox"/> $U_{AB} = 0$ | |



Enoncé pour les quatre prochaines questions

Un disque d'axe A fixe, de masse m , de rayon r et de moment d'inertie I_A par rapport à son centre de masse A est mis en rotation sous l'action de deux forces \vec{F} et $-\vec{F}$ appliquée perpendiculairement sur une barre de longueur $4r$ collée sur un diamètre du disque. La masse et le moment d'inertie de la barre sont négligeables.

Un fil sans masse et inextensible passe sur le disque et entraîne un anneau de masse $M = m$ et de rayon $R = qr$ ($q > 0$), d'axe B fixe également. Le fil ne glisse pas, ni sur le disque, ni sur l'anneau.



Question 4 (1 point)

Si le disque fait un tour sur lui-même, le nombre de tours N effectué par l'anneau est

- | | | | |
|---------------------------------|--|-------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> q^2 | <input type="checkbox"/> $\frac{1}{q}$ | <input type="checkbox"/> q | <input type="checkbox"/> $\frac{1}{q^2}$ |
| <input type="checkbox"/> $2q^2$ | <input type="checkbox"/> $\frac{2}{q^2}$ | <input type="checkbox"/> $2q$ | <input type="checkbox"/> $\frac{2}{q}$ |

Question 5 (1 point)

Si on ajoutait deux petites boules de masse $m_b = m$ chacune, une à chaque extrémité de la barre, quel serait le moment d'inertie I'_A de l'objet disque+barre+masses par rapport à son centre de masse ?

- | | | | |
|--|--|--|--|
| <input type="checkbox"/> $I_A + mr^2$ | <input type="checkbox"/> $I_A + 6mr^2$ | <input type="checkbox"/> $I_A + 8mr^2$ | <input type="checkbox"/> $I_A + 3mr^2$ |
| <input type="checkbox"/> $I_A + 2mr^2$ | <input type="checkbox"/> $I_A + 7mr^2$ | <input type="checkbox"/> $I_A + 5mr^2$ | <input type="checkbox"/> $I_A + 4mr^2$ |

Question 6 (1 point)

Laquelle des tensions est la plus grande (en norme) ?

- ☐ La tension du fil supérieur est la plus grande.
- ☐ La tension du fil inférieur est la plus grande.

Question 7 (2 points)

En notant pmr^2 ($p > 0$) le moment d'inertie de l'objet disque+barre+masses par rapport à son centre de masse A et N le nombre de tours de l'anneau lorsque le disque fait un tour, que vaut la norme de l'accélération angulaire γ_A du disque par rapport à l'axe passant par son centre de masse ?

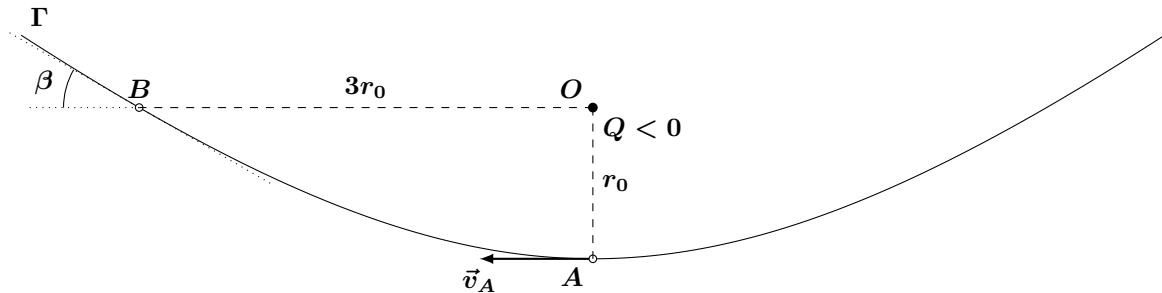
- | | | |
|---|---|---|
| <input type="checkbox"/> $\gamma_A = 0$ | <input type="checkbox"/> $\gamma_A = \frac{4F}{(p + Nq)mr}$ | <input type="checkbox"/> $\gamma_A = \frac{2F}{(pN - q)mr}$ |
| <input type="checkbox"/> $\gamma_A = \frac{2F}{(pN + q)mr}$ | <input type="checkbox"/> $\gamma_A = \frac{4F}{(pN - q)mr}$ | <input type="checkbox"/> $\gamma_A = \frac{4F}{(p - Nq)mr}$ |
| <input type="checkbox"/> $\gamma_A = \frac{4F}{(pN + q)mr}$ | <input type="checkbox"/> $\gamma_A = \frac{2F}{(p + Nq)mr}$ | <input type="checkbox"/> $\gamma_A = \frac{2F}{(p - Nq)mr}$ |

**Enoncé pour les cinq prochaines questions**

On considère une charge ponctuelle $Q < 0$ fixée en un point O et deux points A et B , respectivement à distances $r_A = r_0$ et $r_B = 3r_0$ de O , \widehat{AOB} étant un angle droit.

On considère encore une courbe Γ passant par A et B , normale à OA et faisant un angle $\beta = \frac{\pi}{6}$ avec OB . On observe qu'une particule chargée suit la courbe Γ , en passant par A avec une vitesse \vec{v}_A vers la gauche. On néglige le poids de la particule.

On note $C = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} < 0$.

**Question 8** (2 points)

Que vaut la tension entre A et B ?

☐ $-\frac{\sqrt{10}}{9} \frac{C}{r_0}$

☐ $-\frac{1}{10} \frac{C}{r_0}$

☐ $\frac{1}{10} \frac{C}{r_0}$

☐ $-\frac{2}{3} \frac{C}{r_0}$

☐ $\sqrt{10} \frac{C}{r_0}$

☐ $\frac{\sqrt{10}}{9} \frac{C}{r_0}$

☐ $\frac{2}{3} \frac{C}{r_0}$

☐ $-\sqrt{10} \frac{C}{r_0}$

Question 9 (1 point)

La particule est

☐ de charge négative☐ neutre☐ de charge positive**Question 10** (1 point)

Au cours du temps, le moment cinétique de la particule par rapport à O est

☐ un vecteur toujours dirigé vers O et de norme constante☐ un vecteur constant☐ un vecteur ni constant, ni toujours dirigé vers O mais de norme constante☐ un scalaire constant☐ un scalaire non constant**Question 11** (2 points)

La vitesse de la particule lorsqu'elle passe en B est de norme $v_B = \lambda v_A$ avec

☐ $\lambda = \frac{3}{4}$

☐ $\lambda = \frac{1}{4}$

☐ $\lambda = 1$

☐ $\lambda = \frac{\sqrt{3}}{2}$

☐ $\lambda = \frac{1}{3}$

☐ $\lambda = \frac{2}{3}$

☐ $\lambda = \frac{1}{\sqrt{3}}$

☐ $\lambda = \frac{1}{2}$

Question 12 (1 point)

En notant $v_B = \lambda v_A$ et U_{AB} la tension entre A et B , le rapport $\frac{q}{m}$ (charge sur masse) de la particule vaut

☐ $\frac{(\lambda^2 - 1)v_A^2}{2U_{AB}}$

☐ $-\frac{(\lambda^2 + 1)v_A^2}{2U_{AB}}$

☐ $-\frac{(\lambda^2 - 1)v_A^2}{2U_{AB}}$

☐ $\frac{(\lambda^2 + 1)v_A^2}{2U_{AB}}$



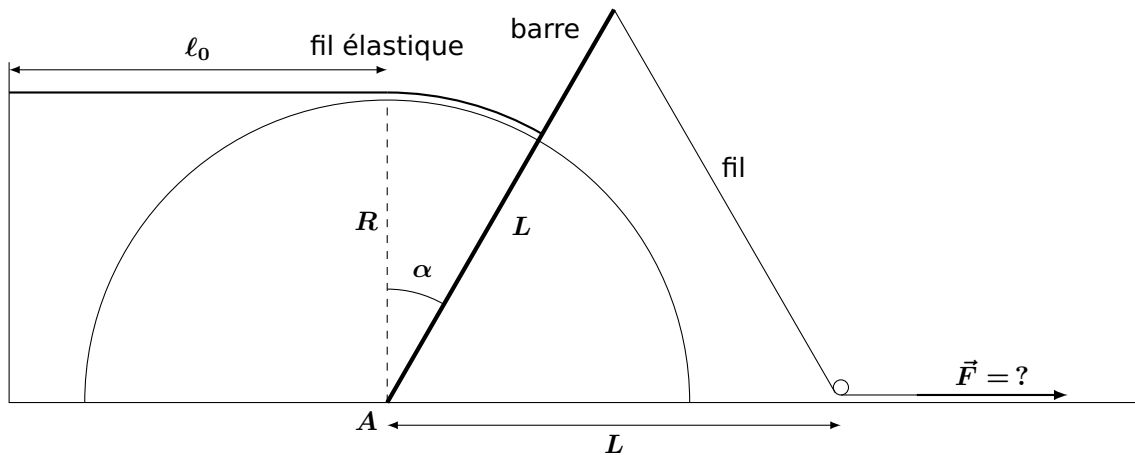
Deuxième partie, 2 questions de type ouvert

Répondez dans l'espace dédié. Votre réponse doit être soigneusement justifiée, toutes les étapes de votre raisonnement doivent figurer dans votre réponse (sauf si spécifié autrement). Laissez libres les cases à cocher : elles sont réservées au correcteur.

Question 13: Cette question est notée sur 5 points.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0	1	2	3	4	5

Une barre homogène de longueur L et de masse M peut pivoter autour d'un point au sol A . Un fil élastique (assimilé à un ressort souple de constante de raideur k et de longueur naturelle ℓ_0) peut se déformer le long d'un cercle de rayon R . Il est d'une part fixé sur la barre et d'autre part à un point situé à la distance ℓ_0 du sommet du cercle, à une hauteur R au-dessus du sol. Un second fil, inélastique, est attaché à l'extrémité libre de la barre et passe sous une poulie situé au sol à distance L de A .



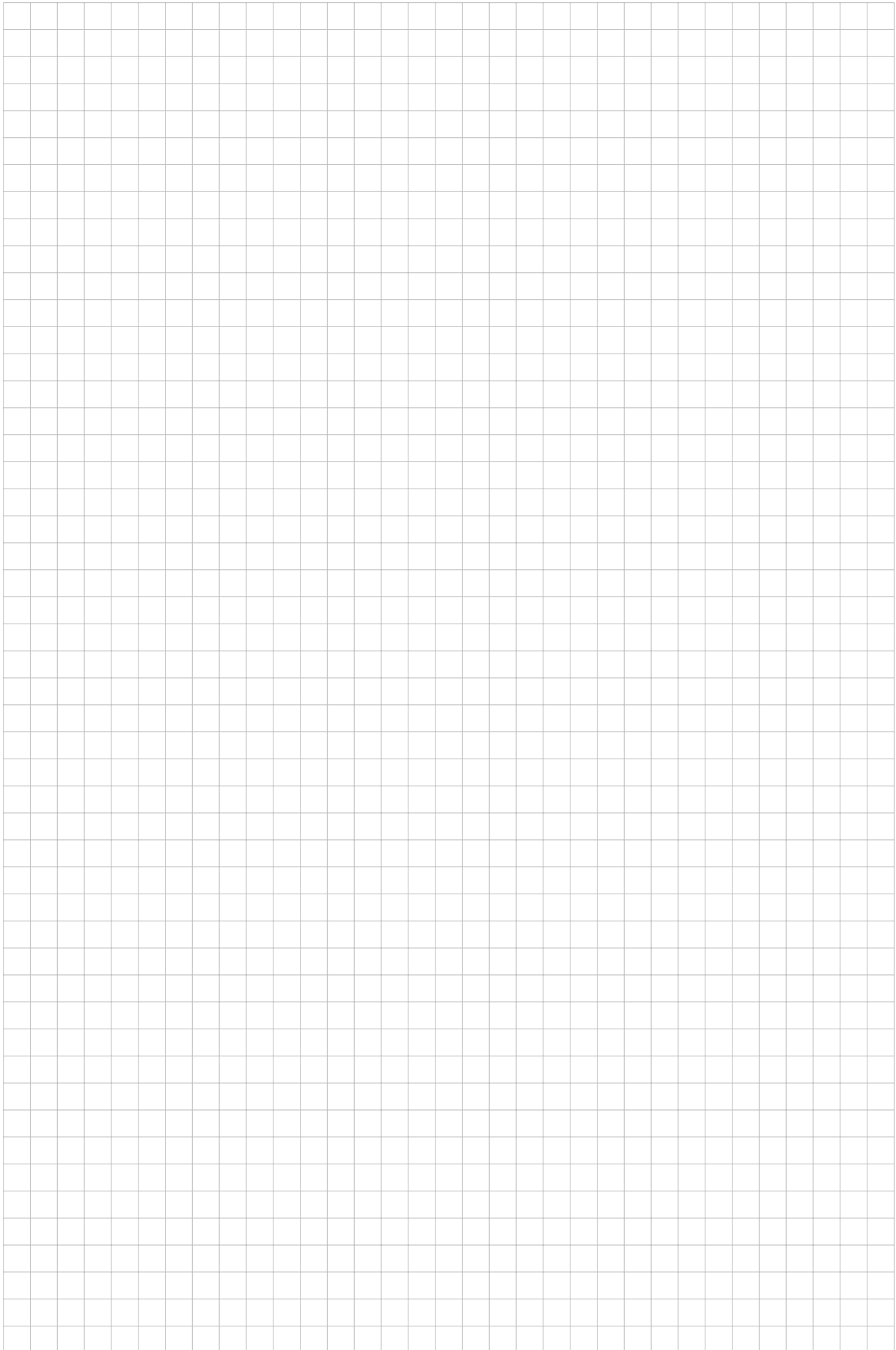
Avec quelle force \vec{F} doit-on tirer sur le second fil pour que l'angle entre la barre et la verticale soit égal à $\alpha = \frac{\pi}{6}$? (On admet qu'une telle force est nécessaire.)
Tous les frottements sont négligeables.





+1/6/55+





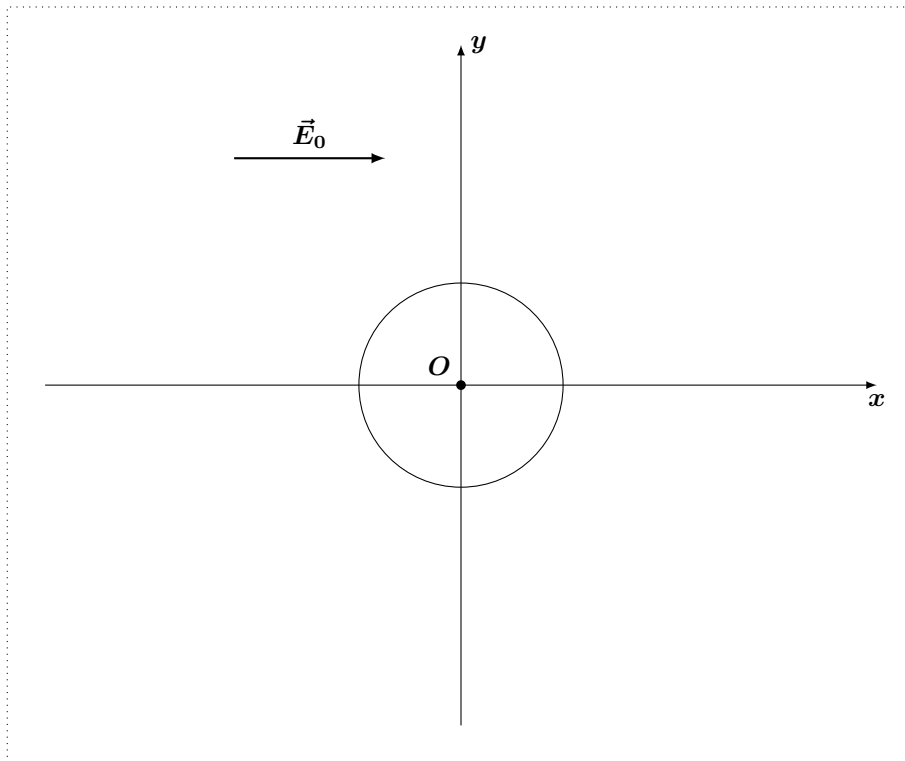


Question 14: Cette question est notée sur 4 points.

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
0	1	2	3	4

Question à réponse courte: répondez sans donner de justification.

Une boule de rayon R , conductrice et neutre, est placée dans un champ électrique uniforme \vec{E}_0 , avec son centre en O .



Esquissez sur le dessin ci-dessus assez de lignes du champ électrique et de surfaces équipotentielles pour décrire le champ électrique dans la région entourée d'un traitillé et précisez le ou les points où le champ est nul (s'il y en a).

Esquissez également, sur le dessin ci-dessous, le potentiel électrique le long de la droite $y = 0$ en fonction de x . On fixe le potentiel nul à l'infini sur l'axe des y : $\lim_{y \rightarrow \infty} \Phi(0, y) = 0 \text{ V}$.

Indication: prenez comme point de départ le potentiel associé au champ uniforme.

