PS12 **PRINTEMPS 2000**

EXAMEN MEDIAN
(2 heures ; calculettes non autorisées)

La notation tiendra compte de la longueur du sujet.

Questions de cours:

a) Quelles différences faites-vous entre une incertitude et une erreur ?
b) Définir ce qu'est l'écart type d'une série de mesures d'une grandeur physique et son lien avec l'incertitude statistique de la mesure.

Exercice n°1 : On rappelle que la pression est définie comme étant le rapport d'une force par une surface. Dans le système international, l'unité de pression est le Pascal (Pa), dans le système d'unités cgs (centimètre, gramme, seconde) l'unité de pression est la barye.

1°) Quelle est la dimension d'une pression ?

2°) Donner le facteur de conversion qui permet de passer d'une pression exprimée en baryes à une pression exprimée en Pascal. Exemple : que vaut la pression atmosphérique (10^5 Pa) exprimée en baryes ?

Exercice n°2:

1°) Déterminer la dimension d'un champ électrique $\vec{E}$.

2°) Déterminer la dimension d'un champ magnétique $\vec{B}$.

3°) Déterminer la dimension de la constante μ_o de la magnétostatique. On rappelle que pour un fil infini parcouru par un courant I, le champ magnétique à une distance r du fil vaut : $\vec{B}=\frac{\mu_o I}{2\pi r}\vec{u}_\theta$.

4°) On définit en électromagnétisme le vecteur de Poynting par $\vec{\pi}=\frac{\vec{E}\wedge\vec{B}}{\mu_o}$. Déterminer la dimension du vecteur de Poynting.

5°) Vérifier la cohérence au niveau des dimensions du théorème suivant de l'électromagnétisme (théorème de Poynting) : « le flux du vecteur de Poynting à travers une surface S est égal à la puissance électromagnétique traversant cette surface ».

Exercice n°3 : On mesure une grandeur x (> 0) avec une incertitude Δx. Déterminer en fonction de x et Δx l'incertitude absolue et l'incertitude relative correspondantes sur :

1°) $\frac{1}{x}$ 2°) x^2 3°) Ln x.

4°) On prend x = 1 et $\Delta x = 0.01$. Calculer les incertitudes dans les trois cas précédents et conclure.

Exercice n°4: On laisse tomber un objet de masse m depuis une hauteur h dans le champ de pesanteur terrestre g. On mesure la vitesse v de l'objet juste avant qu'il ne touche le sol. Une étude mécanique montre que la force moyenne de frottement de l'air sur l'objet peut être obtenue par la formule :

$$F=mg-\frac{mv^2}{2h}$$

Rm :Toutes les grandeurs utilisées dans cette formule sont positives.

Sachant qu'on a mesuré m avec une incertitude absolue Δm, v avec une incertitude absolue Δv, h avec une incertitude absolue Δh et que g est connu « parfaitement », déterminer :

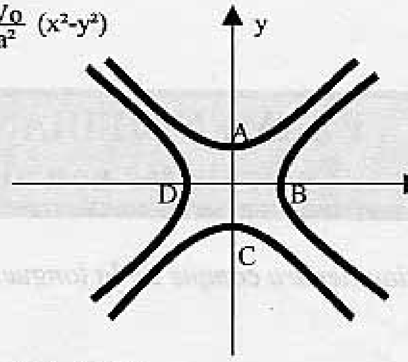
1°) l'incertitude absolue sur F en fonction de m, g, v, h, Δm, Δv, Δh,

2°) l'incertitude relative sur F en fonction de m, g, v, h, Δm, Δv, Δh.

Exercice n°5 : Un ensemble de conducteurs de forme hyperboloïdale, répartis comme l'indique la figure, crée dans l'espace un potentiel V(x,y) donné par la formule :

$$V(x,y) = \frac{V_0}{a^2}(x^2-y^2)$$

A (0, a)
B (a, 0)
C (0,-a)
D (-a, 0)



1°) Calculer les potentiels en A, B, C et D.

2°) Donner l'équation des équipotentielles. De quel type de courbes s'agit-il ?

3°) Déterminer le champ électrique en tout point de l'espace. On fera apparaître des vecteurs unitaires.

4°) Donner la valeur de ce champ au point A, B , C et D.

5°) En déduire grâce au théorème de Coulomb la densité surfacique de charges en ces quatre points.

Rappel du théorème de Coulomb : au voisinage d'un conducteur, le champ électrique vaut $\vec{E} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\vec{n}$, $\vec{n}$ étant la normale extérieure au conducteur.

Exercice n°6 : On considère un plan infini uniformément chargé avec une densité surfacique σ. L'espace est rapporté à un repère (O, x , y, z). Le plan occupe le plan (xOy). La dernière question peut être faite en admettant le résultat de la quatrième question. $\vec{u_z}$ est le vecteur unitaire de l'axe Oz.

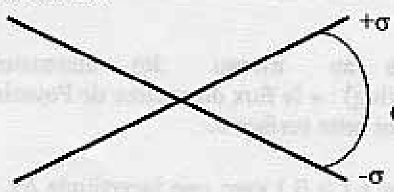
1°) Montrer que le champ électrique doit être parallèle à Oz soit $\vec{E} = E(x,y,z)\,\vec{u_z}$.

2°) Montrer que le champ électrique ne doit dépendre que de z soit $\vec{E} = E(z)\,\vec{u_z}$

3°) Montrer que E (-z) = - E (z).

4°) En appliquant judicieusement le théorème de Gauss, montrer que $\vec{E} = \pm\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\vec{u_z}$.

5°) On considère deux plans infinis uniformément chargés avec des densités surfaciques +σ et –σ disposés comme l'indique la figure . Déterminer le champ électrique dans tout l'espace ? On précisera clairement la norme, la direction et le sens.



Exercice n°7 : Force de Laplace.

Une spire circulaire, de rayon R, parcourue par un courant I, est placée dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ parallèle au plan de la spire (voir figure).

1°) Déterminer la force agissant sur un élément $\vec{dl}$ de la spire en fonction de I, dl, θ , B (norme de $\vec{B}$) et d'un vecteur unitaire que l'on précisera clairement sur un dessin.

2°) En déduire la résultante des efforts sur la partie droite de la spire (θ compris entre –pi/2 et pi/2).

3°) Calculer de même la résultante des efforts sur la partie gauche de la spire.

4°) Quel est l'effet mécanique de ces efforts sur la spire ?