

Partie I : Champs et Chaleur

Examen (Durée : 1h45) - 11 Janvier 2000

Calculatrice non autorisée. Les deux formulaires mathématiques distribués en cours sont les seuls documents autorisés durant l'examen.

1) Question de cours.

Rappeler la définition d'un champ. Donner deux grandeurs physiques pouvant être décrites sous la forme d'un champ scalaire et d'un champ vectoriel respectivement. Préciser les unités de ces champs et les équations qui les gouvernent (ne donner que la (les) équation(s) qui vous paraît (paraissent) importante(s)). Pour l'une des deux grandeurs, donner une description qualitative d'une situation physique où le champ est connu ; représenter ce champ. (Il ne vous est pas demandé de donner l'expression analytique de ce champ ni de redémontrer comment on l'obtient.).

2) Conducteur rectiligne

Soit un fil rectiligne F1 infiniment long parcouru par un courant d'intensité I .

a) Quel est le champ magnétique \vec{B} (intensité et direction) induit par ce courant à une distance r du fil ?

Soient maintenant deux fils conducteurs rectilignes F1 et F2, infiniment longs et parallèles. Ils sont parcourus par des courants I et i respectivement et sont situés à une distance D l'un de l'autre.

b) F2 subit une force due à F1. Quelle est la nature de cette force ? Donner son expression générale.

c) Que se passe-t-il dans le système constitué des deux fils (F1,F2) quand I et i sont de même sens ? quand I et i sont de sens opposés ?

d) Quelle est la force qui s'exerce sur une longueur $L1$ du fil F1 (intensité et direction) quand $I = i$?

e) Quelle est la force qui s'exerce sur une longueur $L2$ du fil F2 (intensité et direction) quand $I = i$?

f) Que peut-on dire de ces deux forces lorsque $L1=L2$?

g) On suppose maintenant que $D=1m$. Ecrire les deux forces par unité de longueur et en déduire la définition légale de l'Ampère.

3) Gravité

a) On suppose que la Terre a une répartition de masse homogène. Calculer le champ gravitaire \vec{g} à l'extérieur et à l'intérieur de la Terre (en utilisant le théorème de Gauss).

Connaissant le rayon de la Terre, $R_T=6371$ km, donner l'expression analytique de la profondeur H à laquelle il faut descendre pour que g diminue de 1% par rapport à sa valeur surfacique.

b) Calculer le potentiel de gravité U à l'extérieur et à l'intérieur de la Terre.

c) Démontrer pourquoi le champ \vec{g} est perpendiculaire aux isopotentiels de U .

4) Chaleur

a) Rappeler l'expression générale du flux de chaleur sous forme vectorielle. Donner les unités des grandeurs intervenant dans cette formule.

Dans le cas des mesures de flux de chaleur à la surface de la Terre, on fait l'hypothèse que la température ne varie que selon la profondeur z . Ecrire alors ce flux de chaleur.

b) On vous demande d'effectuer des mesures de flux de chaleur à la surface terrestre. Quelle serait votre façon de faire ? (Préciser en particulier les grandeurs que vous voulez mesurer avec quelle instrumentation, sans rentrer dans des considérations techniques).

c) Que remarquez-vous dans le tableau 6 ? Avez-vous des explications ?

d) A partir de la valeur moyenne du flux de chaleur à la surface terrestre, donnez l'ordre de grandeur de la chaleur totale extraite de la Terre.

Régions	Flux de chaleur surfacique moyen (mW/m^2)
Afrique	49.8
Amérique du sud	52.7
Amérique du nord	54.4
Australie	63.6
Eurasie	60.2
Antartique	54.4
Moyenne Continents	56.5
Pacifique nord	95.4
Pacifique sud	77.4
Indien	83.3
Atlantique nord	67.4
Atlantique sud	59.0
Moyenne Océans	78.2
Moyenne Terre	69.9

TAB. 1 – Variations régionales du flux de chaleur surfacique d’après Sclater, Jaupart et Galson, Review of Geophysics and Space Physics, 1980