

## BANQUE MP X-ENS – SESSION 2012

### Épreuve écrite de physique (4h00)

Écoles : École polytechnique, ENS de Cachan, Lyon et Paris

Coefficients :

X		Cachan	Lyon	Paris
MP/SI : 6 MP/Info : 6		MPI/MP : 4	MPI/MP : 4 Info/P : 4	MP/MP : 6 MP/MPI : 5
		Total concours 52	Total concours MPI : 33,5 Info : 30,5	Total concours 108

Membres du jury (correcteurs) : Freddy BOUCHET, Tristan BRIANT, François DEVREUX, Nicolas TABERLET

---

La composition de physique portait cette année sur l'étude de l'effet géodétique et de l'effet Lense-Thirring sur le mouvement d'un gyroscope en orbite. Ces deux effets étaient étudiés grâce à une analogie entre la théorie de l'attraction gravitationnelle et les équations maîtresses de l'électromagnétisme. Le sujet a été jugé plutôt facile et relativement court. Les notes de l'épreuve ont été en moyenne assez élevées.

Les notes des candidats français se répartissent selon le tableau suivant :

Note	# copies	%
$N < 4$	79	5
$4 \leq N < 8$	285	20
$8 \leq N < 12$	464	32
$12 \leq N < 16$	440	30
$16 \leq N \leq 20$	117	12
Total	1445	100
Note moyenne	10.8	
Ecart-type	4.2	

Dans l'ensemble, la partie I présentant l'analogie gravitation/électromagnétisme a été traitée avec succès. Les parties II et IV ont été bien traitées par les candidats alors que la partie III a été peu et mal traitée. De nombreux candidats ont commis des erreurs d'étourderies, en particulier sur les signes.

#### I. Une théorie du gravitomagnétisme

I.1 Cette question facile a occasionné de nombreuses erreurs de signe.

I.2 Question traitée par une très grande majorité des candidats.

I.3 Quelques candidats ont cherché une dimension électromagnétique alors qu'il s'agit d'une grandeur mécanique.

I.4 Quelques erreurs de signe.

I.5 Résultat classique proche du cours. A parfois donné lieu à des étourdissements tels que l'inversion des numérateurs et dénominateurs dans l'expression de la constante  $\mu$ .

I.6 Une fois de plus, quelques erreurs de signe.

I.7 Calcul classique dans l'application du théorème de Gauss.

I.8 Une proportion non négligeable de copies présente un calcul erroné en introduisant deux distances  $d$  et  $(r-d)$ , où  $r$  est une distance indéterminée alors la seule grandeur pertinente est la distance entre les deux fils.

I.9 Application directe du théorème d'Ampère correctement traitée par la majorité des copies.

I.10 Les résultats demandés sont très proches des résultats classiques de l'électromagnétisme et ont été démontrés par la plupart des candidats.

I.11 Question souvent traitée avec quelques confusions entre surface et périmètre d'un disque.

I.12 Question traitée avec moins de succès que les précédentes. De nombreuses erreurs sur la définition du moment cinétique.

I.13 Les erreurs sont fréquentes pour cette question : confusion entre produit scalaire et vectoriel et problème de signe. L'équation qui régit le mouvement de précession n'est pas toujours connue des candidats.

## **II. Effet gravitomagnétique sur un satellite dû à sa révolution**

II.1 – II.3 Questions faciles, très largement réussies.

II.4 Question peu traitée. Pour démontrer le mouvement de précession, il n'était pas nécessaire de résoudre l'équation mais simplement de l'établir. Le schéma demandé est très souvent absent, même chez les candidats ayant correctement traité cette question.

II.5 Comme toujours, les erreurs sont nombreuses sur les applications numériques, souvent avec plusieurs ordres de grandeur d'écart avec la valeur attendue.

## **III. Effet gravitomagnétique de la rotation de la Terre sur un satellite**

III.1 – III.3 Questions relativement simples, traitées par de nombreux candidats (les seules de cette partie).

III.4 Question beaucoup plus subtile qui nécessitait une bonne intuition physique plus qu'une démonstration rigoureuse. On fallait identifier la dérivée temporelle de

$\sigma$  avec  $\delta\sigma/T$ .

III.5 Question également peut être traitée car elle découlait de la précédente mais aussi car il fallait avoir bien saisi l'orientation des vecteurs  $\sigma$  et  $\delta\sigma$ .

III.6 – III.7 Peu de bonnes réponses à ces questions qui nécessitaient des résultats corrects aux réponses précédentes.

III.8 Très peu d'élèves (moins de 10%) ont compris que les deux mouvements avaient alors lieu dans des plans perpendiculaires, ce qui permettait de distinguer les deux

effets.

#### **IV. Mesure du mouvement du gyroscope**

De nombreux candidats sont venus chercher des points faciles dans cette partie largement indépendante des précédentes. Ce type de stratégie n'est pas à négliger et il est regrettable que de bons candidats passent à côté de points très faciles par faute de temps.

IV.1 Question facile car la réponse était donnée. Le résultat est parfois obtenu après des calculs complexes inutiles. Quelques candidats tentent une démonstration « par arnaque », à éviter.

IV.2 Beaucoup de candidats omettent le signe négatif de la charge d'un électron.

IV.3 & IV.4 Questions simples découlant des équations fondamentales de l'électromagnétisme.

IV.5 Trois des quatre équations de Maxwell sont vérifiées mais beaucoup de candidats n'en mentionnent que deux.

IV.6 Beaucoup de copies ont butté sur le calcul du produit vectoriel.

IV.7 Question plus subtile où plutôt que de chercher du côté des relations de passage il était préférable d'exploiter l'unicité de la solution qui était évidente. Comme d'habitude, l'application numérique donne lieu à de nombreuses étourderies.

IV.8 Question très peu traitée. Le calcul de la précision relative est souvent fantaisiste.