

22 novembre 1995, JO du 30 novembre 1995, B.O. n° 48 du 28 décembre 1995, publication dans "Vers le nouveau collège", MEN-DLC-DICOM, décembre 1995.

- Pour l'ensemble des notions de sciences de la vie et de la Terre abordées dans ces programmes, le niveau minimum de connaissances scientifiques exigé du candidat sera celui de la licence.

- La capacité à utiliser les technologies contemporaines de l'information et de la communication, en particulier à les intégrer dans les pratiques pédagogiques, sera exigée.

### **Sciences physiques, option physique et chimie**

#### **Épreuves écrites**

Ces épreuves sont envisagées au niveau le plus élevé et au sens le plus large du programme défini ci-dessous.

#### **1 - Composition sur la physique et le traitement automatisé de l'information**

Le programme se compose des programmes de physique des classes suivantes :

- terminale S, y compris l'enseignement de spécialité (B.O. n° 3 du 16-2-1995),

- préparatoires scientifiques aux grandes écoles : classes PCSI, MPSI, MP, MP\*, PC et PC\* (B.O. hors-série n° 1 du 20-7-1995 et hors-série n° 3 du 18-7-1996).

#### **2 - Composition de chimie avec exercices d'application**

Cette épreuve porte sur les programmes de chimie des classes suivantes :

- première S (B.O. hors-série n° 7 du 31-8-2000) et terminale S, y compris l'enseignement de spécialité (B.O. n° 3 du 16-2-1995),

- première et terminale de la série sciences et technologies de laboratoire spécialités physique de laboratoire et de procédés industriels et chimie de laboratoire et de procédés industriels, programmes, (BOEN hors-série du 24-9-1992 et du 30-12-1993),

- classes préparatoires aux grandes écoles PCSI, MP, MP\*, PC, PC\* et BCPST (B.O. hors-série n° 1 du 20-7-1995, hors-série n° 2 du 27-7-1995 et hors-série n° 3 du 18-7-1996).

#### **Épreuves orales**

##### **1 - Exposé de leçon**

##### **2 - Montage et traitement automatisé de l'information**

##### **• Leçons de physique**

1. Dynamique du point matériel dans un référentiel non galiléen. Exemples. Cas des référentiels géocentrique et terrestre. (PCSI)

2. Puissance d'un système de forces relativement à un référentiel. Travail. Théorème de l'énergie cinétique. Énergie mécanique. (PCSI)

3. Oscillateurs linéaires : oscillateur harmonique amorti, temps de relaxation, facteur de qualité, portrait de phase. Applications. (MPSI)

4. Problème à deux corps. Force centrale conservative. Application au potentiel newtonien. (PCSI)

5. Solide en rotation autour d'un axe fixe. Applications. (PCSI)

6. Actions de contact entre deux solides. Frottement de glissement. Exemples. (PC)

7. Théorie cinétique des gaz parfaits : définition cinétique de la température, de la pression. Relation entre pression et vitesse quadratique moyenne. Équation d'état, énergie interne. (PCSI)

8. Statique des fluides. Applications. (PCSI)

9. Équation d'Euler. Relation de Bernoulli. Applications. (PC)

10. Premier principe de la thermodynamique. Énergie interne, transfert thermique. Conséquences. (PCSI)

11. Bilans d'entropie. Application à des cas simples de phénomènes irréversibles. (PCSI)

12. Corps pur diphasé en équilibre. (PCSI et PC)

13. Diffusion thermique ; loi de Fourier, applications. (PC)

14. Approche thermodynamique du paramagnétisme et du ferromagnétisme. (PC)

15. Dipôle électrostatique : potentiel et champ créés. Action d'un champ électrostatique extérieur. Applications. (PCSI)

16. Cartes du champ électrostatique et du champ magnétostatique ; relations avec les sources ; symétries et invariances par groupe de transformations ; autres propriétés, exemples. (PCSI)

17. Induction électromagnétique dans un circuit fixe. Énergie magnétique. Applications (PC)

18. Induction électromagnétique dans un circuit mobile dans un champ B stationnaire. Applications. (PC)

19. Énergie électromagnétique dans le vide ; vecteur de Poynting ; densité d'énergie électromagnétique. Applications. (PC)

20. Étude de deux oscillateurs harmoniques couplés : régime libre (modes propres) et régime sinusoïdal forcé (résonances). (PC)

21. Vibrations transversales d'une corde : équation de propagation. Corde de Melde : ondes stationnaires, résonance. (PC)

22. Ondes sonores dans les fluides : équation des ondes sonores dans l'approximation acoustique. Aspects énergétiques. (PC)

23. Dipôle électrique oscillant (les composantes du champ électromagnétique rayonné à grande distance seront admises) : structure du rayonnement ; puissance rayonnée ; applications et conséquences. (PC)

24. Dispersion, absorption, indice complexe en optique. Interprétation et modélisation microscopique. (PC)

25. Réflexion et réfraction d'une onde plane progressive harmonique polarisée rectilignement à l'interface entre deux diélectriques linéaires homogènes et isotropes, dans le cas de l'incidence normale. (PC)

26. Lentilles minces dans l'approximation de Gauss. Applications. (PCSI)

27. Interférences non localisées à deux ondes cohérentes en optique. Exemples. Applications. (PC)

28. Diffraction. Principe de Huygens-Fresnel. Diffraction à l'infini d'une onde plane par une pupille rectangulaire ; cas de pupille fente. (PC)

29. Réseaux plans en optique. (PC)

30. Exemples de couplage électromécanique : haut-parleur électrodynamique, moteurs... Bilans énergétiques. (PC)

#### •Montages de physique

Pour chacun des thèmes de la liste ci-dessous, il conviendra, dans la mesure du possible, de présenter des applications. L'utilisation de l'ordinateur interfacé, pour l'acquisition et le

traitement des données expérimentales, est à privilégier.

1. Dynamique newtonienne.

2. Thermométrie.

3. Transitions de phase.

4. Ondes acoustiques.

5. Formation des images en optique.

6. Spectrométrie optique.

7. Polarisation de la lumière.

8. Condensateurs.

9. Bobines ; transformateurs.

10. Capteurs.

11. Induction, auto-induction.

12. Production et mesure de champs magnétiques.

13. Transducteurs électromécaniques.

14. Régimes transitoires en électricité.

15. Filtres actifs et passifs.

16. Conversions alternatif-continu et continu-alternatif en électricité.

17. Amplification en électronique.

18. Oscillations électriques entretenues.

19. Analyse harmonique et synthèse d'un signal périodique.

20. Modulation d'amplitude et modulation de fréquence.

21. Multimètres numériques : mise en œuvre des différentes fonctions.

22. Oscillateurs couplés.

23. Mesure de longueurs d'onde.

24. Mesure d'impédances.

25. Mesure de constantes physiques fondamentales.

26. Interférences.

27. Diffraction.

28. Ondes stationnaires.

29. Résonance.

30 Propagation d'une onde

#### •Leçons de chimie

1. Notions de mécanisme réactionnel en cinétique homogène. Processus élémentaires ; intermédiaires de réaction. Approximation de l'état quasi-stationnaire. (PCSI)

2. Caractères généraux de l'action catalytique. Catalyse homogène. (BCPST Première année)

3. Construction et utilisation des diagrammes

d'Ellingham. Application à la pyroméallurgie. (PC)

4. Affinité chimique. Définition, sens d'évolution possible d'un système. Expression de l'affinité chimique en fonction de la constante d'équilibre et du produit des activités (ou quotient de réaction). (PC)

5. Lois de déplacement des équilibres : influence de T et de P, de l'introduction d'un constituant actif et d'un constituant inactif. (PC)

6. Équilibres liquide-vapeur d'un système binaire ; miscibilité totale ou nulle à l'état liquide. Applications. (PC)

7. Potentiel d'électrode ; formule de Nernst. Préviation des réactions d'oxydo-réduction. (PCSI)

8. Exemples de dosages acido-basiques, de complexation et de précipitation. (PCSI)

9. Exemples de dosages d'oxydo-réduction. (PCSI)

10. Assemblages compacts ; coordinence et compacité. Existence de sites interstitiels. L'assemblage pseudo-compact cubique centré. (PC)

11. Les assemblages ioniques. (PC)

12. Du cristal parfait au cristal réel : exemple de la non stoechiométrie de FeO. (PC)

13. Classification périodique des éléments à partir du modèle quantique de l'atome. Périodicité des propriétés atomiques ; évolutions et analogies dans les colonnes et les lignes. (PCSI)

14. Utilisation des diagrammes potentiel-pH. Application à l'hydroméallurgie (lixiviation, purification, cémentation). (PC)

15. Utilisation des courbes intensité-potentiel. Application à la préparation du zinc par électrolyse. Utilisation du zinc pour la protection du fer contre la corrosion. (PC)

16. Principe de la spectroscopie RMN : notion de déplacement chimique du proton, constante de couplage, courbe d'intégration. (PC)

17. Description des orbitales moléculaires de l'éthylène et du butadiène. Application à la réaction de Diels-Alder. (PC)

18. Stéréoisométrie de configuration : Z et E, R et S, énantiométrie et diastéréoisométrie. Conformation : éthane, butane, cyclohexane et

cyclohexanes mono et disubstitués. (PCSI)

19. La liaison carbone-halogène : réactions de substitution nucléophile ; mécanismes SN1 et SN2 ; stéréochimie. (PCSI)

20. La liaison carbone-halogène : réactions d'élimination ; mécanismes E1 et E2, stéréochimie. (PCSI)

21. La liaison simple carbone-oxygène. Obtention d'étheroxydes. Passage de ROH à RX. Déshydratations inter et intramoléculeire en milieu acide. (PCSI)

22. Préparation des organomagnésiens mixtes. Nucléophilie et basicité des organomagnésiens mixtes. (PCSI)

23. Styrène et méthacrylate de méthyle : étude des monomères ; polymérisations anionique et radicalaire. (PCSI)

24. Alcènes : hydrogénation en catalyse hétérogène ; époxydation ; syn dihydroxylation ; coupures oxydantes. (PC)

25. Hydrocarbures aromatiques : aromaticité ; substitution électrophile aromatique sur le benzène. (PC)

26. Hydrocarbures aromatiques : substitution électrophile sur le benzène monosubstitué. (PC)

27. Amines : réactivité nucléophile ; diazotation des amines primaires aromatiques ; réactions de couplage diazoïque. (PC)

28. Composés carbonylés : préparation par oxydation des alcools ; additions nucléophiles ; réaction de Wittig. (PC)

29. Composés carbonylés : réactions en  $\alpha$  du groupe carbonyle ; réactions de l'ion énolate ; additions sur les  $\alpha$ -énones. (PC)

30. Synthèse des esters. Hydrolyse des esters, des amides et des nitriles en milieu basique. Synthèse malonique. (PC)

#### •Montages de chimie

Pour chacun des thèmes de la liste ci-dessous, il conviendra, dans la mesure du possible, de présenter des applications.

1. Dosages de produits de la vie courante.

2. Piles électrochimiques et électrolyses.

3. Constantes de formation d'ions complexes.

4. Produits de solubilité.

5. Constantes d'acidité.

6. Vitesse de réaction et catalyse.

7. Indicateurs de fin de dosage.
8. Influence du pH, de la complexation, de la solubilité sur le pouvoir oxydant ou réducteur.
9. Diagramme potentiel-pH du fer.
10. Spectrophotométrie UV-visible.
11. L'azote et ses composés en chimie inorganique.
12. Le zinc et ses composés.
13. Le fer et ses composés.
14. Le dichlore et l'eau de Javel
15. Le dioxygène et l'eau oxygénée.
16. Les oxydants minéraux.
17. Les réducteurs minéraux.
18. Alcènes et alcynes (éthylène et acétylène exclus).
19. Aldéhydes.
20. Cétones.
21. Alcools.
22. Amines.
23. Organométalliques.
24. Substitutions électrophiles.
25. Substitutions nucléophiles.
26. Acides carboxyliques et dérivés.
27. Acides aminés, amides, polypeptides, polyamides.
28. Méthodes de séparation des constituants d'un mélange en chimie organique.
29. L'eau en chimie organique.
30. Produits organiques contenus dans les substances naturelles. Séparation et identification.

## Sciences physique, option physique et physique appliquée

### Épreuves écrites

Ces épreuves sont envisagées au niveau le plus élevé et au sens le plus large du programme défini ci-dessous.

#### 1 - Composition sur la physique et le traitement automatisé de l'information

Programme identique à celui de l'épreuve écrite n° 1 de l'option physique-chimie.

#### 2 - Composition avec exercices d'application

La composition porte sur les programmes des départements génie électrique des instituts universitaires de technologie, sur ceux des sections de techniciens supérieurs des spécialités électronique, électrotechnique et contrôle

industriel et régulation automatique, ainsi que sur les programmes des classes de première et de terminales technologiques des lycées techniques, spécialités génie électrique et génie électronique.

### Épreuves orales

#### Leçon de physique - épreuve A

1 - Deuxième principe de la thermodynamique. Évolutions réversibles et irréversibles. Entropie : entropie créée, entropie échangée. Exemples de bilans. (PCSI)

2 - Travail des forces de pression. Premier principe de la thermodynamique : énergie interne, transfert thermique (ou chaleur). Exemples de bilans. Enthalpie ; cas de la détente de Joule Thomson. (PCSI)

3 - Miroirs sphériques et lentilles sphériques minces dans l'approximation de Gauss. Application à un instrument d'optique au choix. (PCSI). On attachera beaucoup d'importance à l'aspect expérimental et aux constructions géométriques.

4 - Mouvement d'une particule chargée dans un champ électrique et dans un champ magnétique uniformes et indépendants du temps : dans le vide ; dans le métal : modèle classique de la loi d'Ohm locale ; effet Hall et loi de Laplace dans une géométrie filiforme et rectangulaire. (PCSI)

5 - Exemple de couplage électromécanique. Haut-parleur électrodynamique. Bilan énergétique (PC-PSI).

6 - Diffusion de particules. Conservation des particules. Loi de Fick. Interprétation microscopique, libre parcours moyen. Coefficient d'autodiffusion (modèle unidirectionnel). (PCSI)

7 - Force centrale conservative, énergie potentielle, énergie potentielle effective. États liés, états de diffusion. Potentiel newtonien. Lois de Kepler. (PCSI)

8 - Référentiels non galiléens (on se limitera au cas de la rotation uniforme par rapport à un axe fixe dans un référentiel galiléen et au cas de la translation). Forces d'inertie. Applications : référentiel géocentrique et référentiel terrestre. On admettra les résultats vus en cinématique. (PCSI).

9 - Définition du fluide (modèle continu). Éléments de statique des fluides. Relation fondamentale de la statique des fluides. Cas d'un fluide incompressible et homogène. Cas de l'atmosphère isotherme dans le modèle du gaz parfait. Poussée d'Archimède. (PCSI).

10 - Loi de Coulomb. Champ et potentiel électrostatiques. Propriétés de symétries. Théorème de Gauss. Relations de passage pour le champ électrique à la traversée d'une surface chargée. Exemples de calculs. (PCSI)

11 - Loi de Faraday, définition des coefficients d'inductance propre et mutuelle de deux circuits filiformes. Bilan énergétique de l'établissement du courant dans un ensemble de deux circuits couplés filiformes indéformables et fixes. Énergie magnétique. Application à l'étude de l'effet de peau dans un conducteur ohmique. (PC-PSI).

12 - Équation de propagation du champ électromagnétique dans une région dépourvue de charges et de courants. Structure de l'onde plane progressive. Cas particulier de l'onde monochromatique. Réflexion en incidence normale d'une onde plane progressive monochromatique sur un conducteur parfait (MP).

13 - Diffusion thermique. Loi de Fourier. Bilans d'énergie. Équation de la diffusion thermique. Régime stationnaire. Régime forcé sinusoïdal. (PC-PSI)

14 - Interférences à deux ondes cohérentes en optique. Exemples. Applications. (PC-PSI). Le dispositif expérimental est laissé au choix du candidat.

15 - Oscillateur mécanique amorti à une dimension (frottements visqueux). Temps de relaxation, facteur de qualité. Oscillations libres, oscillations forcées, résonance en élongation, vitesse et puissance. (PCSI)

16 - Champ magnétostatique. Loi de Biot et Savart. Propriétés de symétrie. Théorème d'Ampère. Relations de passage pour le champ magnétique à la traversée d'une surface parcourue par un courant. Exemples de calculs. (PCSI)

17 - Étude descriptive du corps pur diphasé en équilibre. Diagramme (P,V) et (T,S) dans le

seul cas de l'équilibre liquide-vapeur. Bilan d'enthalpie et d'entropie pour un système diphasé liquide-vapeur. Formule de Clapeyron. (PCSI-PC)

18 - Diffraction à l'infini d'une onde plane : principe d'Huygens-Fresnel. Cas de la pupille rectangulaire. Cas de la pupille fente. Limite de l'optique géométrique. (PC-PSI)

19 - Action de contact entre deux solides : loi phénoménologique de Coulomb restreinte au frottement de glissement. Puissance des actions de contact. Cas particulier des liaisons glissière et pivot parfaites. Exemples. Applications. (PC)

20 - Théorème de la quantité de mouvement, théorème du moment cinétique, théorème de l'énergie cinétique pour des systèmes de points matériels. Champ de force conservative, énergie potentielle, énergie mécanique. Lois de conservation. Applications. (PCSI)

21 - Réflexion et réfraction d'une onde plane progressive harmonique, polarisée rectilignement à l'interface de deux diélectriques linéaires homogènes et isotropes. Lois de Descartes. Dans le cas de l'incidence normale : coefficients de réflexion et transmission pour l'amplitude et le flux énergétique. (PC-PSI)

22 - Théorème du moment cinétique appliqué à un solide, en un point fixe et en projection sur un axe fixe. Cas particulier du référentiel barycentrique. Loi de conservation du moment cinétique pour un solide isolé. Applications. (MP)

### Montages d'électricité - épreuve B

1 - Modulation de fréquence

2 - Fonctionnement réversible d'un groupe machine asynchrone - machine à courant continu

3 - Analyse du fonctionnement d'un système d'acquisition et de restauration de données. Application à la démonstration des propriétés de filtres numériques élémentaires

4 - Alternateur fonctionnant sur le réseau

5 - Filtres actifs

6 - Convertisseur monophasé en pont (onduleur) ; modes de commandes

7 - Oscillateurs quasi-sinusoïdaux à boucle de rétro-action : accrochage, stabilisation de

l'amplitude, distorsion.

8 - Transformateur triphasé : détermination des pertes par des essais à puissance réduite.

Prédétermination du rendement sur différents types de charges et vérifications expérimentales

9 - Régulation de vitesse d'une petite machine à courant continu (sans boucle de courant, moteur avec inertie) : identification (par analyse harmonique et essai indiciel) et commande de type P et PI

10 - Onduleur à résonance

11 - Modulation d'amplitude

12 - Détermination des paramètres des éléments d'un schéma équivalent d'une machine asynchrone ; caractéristiques de fonctionnement

13 - Génération de signaux périodiques non sinusoidaux : différentes techniques

14 - Commande en couple d'une machine à courant continu (alimentation par hacheur) Réglage de la boucle de courant

15 - Amplificateur de puissance

16 - Gradateur monophasé : stratégie de commande, harmonique, mesure des puissances. Fonctionnement sur différents types de charge

17 - Échantillonnage des signaux, réalisation, spectres et restitution

18 - Variation de vitesse d'une machine asynchrone à rotor à cage.

19 - Génération et mise en forme d'impulsions.

20 - Ponts redresseurs mixte et complet : Comparaison des caractéristiques de sortie, des facteurs de puissance et diagrammes Q(P)

21 - Asservissement de position : étude en boucle ouverte et en boucle fermée.

22 - Alimentation à découpage : étude au choix d'une alimentation type fly-back ou forward.

23 - Génération de signaux sinusoidaux : différentes techniques

24 - Alternateur alimentant une charge isolée : modélisation, caractéristiques et diagrammes de fonctionnement.

25 - Correction des systèmes asservis : mise en évidence sur un système réel ou simulé

26 - Influence du couplage des enroulements d'un transformateur triphasé sur la transmission

au primaire d'un déséquilibre secondaire.

27 - Boucle à verrouillage de phase

28 - Machine synchrone couplée au réseau : modélisation, caractéristiques et diagrammes de fonctionnement. Étude dans les quadrants du plan P-Q

29 - Démodulation d'amplitude

30 - Régulateur PID : Application à la correction d'un système réel ou simulé.

31 - Mise en évidence des propriétés de propagation d'une onde sur une ligne sans pertes fermée sur charge résistive.

32 - Hacheur 1 quadrant, 2 quadrants : comparaison.

33 - Changement de fréquence : Application à l'analyse spectrale

34 - Associations de redresseurs triphasés

35 - Multiplication ; Division de fréquence

36 - Détermination des paramètres d'une machine asynchrone : Résistance d'un enroulement statorique, inductance cyclique statorique, coefficient de dispersion (de Blondel), constante de temps rotorique.

37 - Simulation de résistance par commutation capacitive : principe de la méthode, performances applications à la synthèse de filtres actifs à capacités commutées.

38 - Réglage de vitesse d'une charge entraînée par une machine à courant continu ; choix du convertisseur

39 - Convertisseur analogique-numérique et numérique-analogique : principe et performance

40 - Onduleur de tension monophasé, modes de commande.

41 - Étude temporelle et fréquentielle des systèmes du premier et du deuxième ordre : comparaison, simulation expérimentation.

42 - Analyse du fonctionnement d'un système d'acquisition et de restitution des données : application à l'asservissement numérique (P, I et PI) d'un processus réel ou simulé au choix du candidat.

43 - Identification des paramètres du groupe machine à courant continu - charge en vue de la réalisation d'une commande en vitesse.

44 - Démodulation de fréquence

45 - Alimentation à absorption sinusoïdale au réseau : principe de fonctionnement. Étude de la boucle de courant.

46 - Convertisseur tension fréquence : principe, performances, applications

47 - Méthode d'opposition appliquée au transformateur monophasé. Exploitation de la méthode en vue de la détermination du rendement par essais mettant en œuvre des puissances réduites.

48 - Montages redresseurs triphasés commandés : influence de la nature du récepteur

49 - Étude et caractérisation d'une inductance de lissage. Influence de la valeur moyenne du courant et de la fréquence (application à un montage d'électronique de puissance)

50 - Mesure de puissance en régime équilibré et déséquilibré : comparaison de différentes méthodes.

51 - Réglage de la vitesse d'une charge entraînée par une machine asynchrone à cage

52 - Machine asynchrone à cage alimentée par un variateur de fréquence ( $u/f$ ) ; mise en évidence des caractéristiques à fréquence variable. Contrôle du couple par la pulsation des courants rotoriques (autopilotage fréquentiel)

53 - Mesure de puissance en triphasé en régime sinusoïdal et non sinusoïdal de courant. Mise en œuvre dans chaque cas sur un montage représentatif.

54 - Optocoupleur : caractéristiques, performances, applications.