

Écologie sociale, cours de Physique appliquée

Deuxième partie : radioactivité et énergie nucléaire (UE 2.3), questions d'examen

(version définitive, année 2017-2018)

✓ La radioactivité

1. Citez et détaillez chaque force agissant au niveau des noyaux atomiques.
2. Expliquez qualitativement les raisons de l'instabilité de certains nucléides.
3. Représentez qualitativement et commentez le diagramme de stabilité des isotopes. Représentez les différentes régions de ce diagramme (vallée de stabilité, émetteurs alpha, émetteurs bêta).
4. Définissez le phénomène de radioactivité et distinguez les différents types de radioactivité. Donnez un exemple pour chaque type. Distinguez pour chaque type le chemin suivi dans le diagramme de stabilité et vérifiez les lois de conservation de Soddy.
5. Définissez l'électron-volt et donnez sa correspondance avec l'unité SI d'énergie. Expliquez comment cette unité peut aussi être utilisée pour mesurer des masses.
6. Pour chaque type de processus radioactif, donnez un ordre de grandeur de la vitesse de la particule émise, de l'énergie dégagée par la désintégration, et décrivez la trajectoire suivie par la particule émise, et son effet sur le milieu traversé.
7. Décrivez en détail la loi de décroissance radioactive. Définissez la notion de demi-vie pour un isotope radioactif et interprétez cette notion.
8. Définissez la notion d'activité pour un isotope radioactif et définissez son unité. Donnez l'ordre de grandeur de l'activité de quelques substances naturelles.
9. Citez et expliquez en détail trois sources de radioactivité naturelle.
10. Expliquez en détail le principe de la datation au carbone 14.
11. Décrivez en détail la problématique du radon.
12. Citez et expliquez en détail trois sources de radioactivité artificielle.
13. Définissez et donnez des exemples de rayonnements ionisants. Expliquez leur dangerosité pour les êtres vivants.
14. Décrivez en détail l'irradiation et la contamination que peuvent provoquer les rayonnements ionisants. Quels sont les types de radioactivités les plus dangereux pour ces deux modes d'exposition ? Pourquoi ?
15. Définissez et comparez les notions de dose absorbée, de dose équivalente et de dose efficace pour les rayonnements ionisants. Citez pour chaque quantité son unité et comment elle se relie aux autres quantités.

16. Donnez les doses efficaces naturelle et artificielle tolérables.
17. Expliquez les différences entre les expositions aiguës et expositions chroniques à la radioactivité.

✓ L'énergie nucléaire

18. Définissez les réactions nucléaires de fission et de fusion, et donnez un exemple de chaque type. Précisez et illustrez sur chaque exemple les quantités conservées lors de ces transformations.
19. Décrivez les étapes de la réaction de fission provoquée de l'uranium 235, illustrez sur un diagramme de radionucléides où se localisent principalement les produits de fission ; les produits de fission sont-ils stables ? Pourquoi ?
20. Expliquez à l'aide d'un diagramme la répartition en fonction du nombre de masse des noyaux fils issus de la fission de l'uranium 235. La fission en deux fragments symétriques est-elle possible ?
21. Expliquez pourquoi les réactions de fission s'accompagnent en général de l'émission de neutrons et expliquez le rôle de ceux-ci pour l'obtention d'une réaction en chaîne.
22. D'où provient le dégagement d'énergie lors d'une fission ? Quel est le bilan énergétique d'une réaction de fission d'un noyau d'uranium 235. Sous quelle forme cette énergie se trouve-t-elle à la fin de la réaction de fission ?
23. D'où provient le dégagement d'énergie lors d'une fusion ? Quel est le bilan énergétique d'une réaction de fusion du deutérium et du tritium ? Sous quelle forme cette énergie se trouve-t-elle à la fin de la réaction de fission ?
24. Combien de grammes d' UO_2 faut-il pour disposer de la même quantité d'énergie qu'une tonne de charbon ? Combien de grammes de Pu équivalent à une tonne de pétrole ?
25. Représentez et commentez la courbe d'Aston. Expliquez à l'aide de ce diagramme pourquoi la fission d'éléments lourds et la fusion d'éléments légers peuvent toutes les deux dégager de l'énergie.
26. Expliquez en mots et avec un schéma le principe de la réaction en chaîne. Discutez les différents régimes d'évolution possibles pour cette réaction. Quel régime correspond à la production d'électricité ?
27. Définissez, détaillez l'anatomie et expliquez le principe général de fonctionnement d'une centrale nucléaire. Distinguez ce qui différencie la centrale nucléaire d'une centrale thermique classique.
28. Définissez la notion d'élément fissile et d'élément fertile. Donnez un exemple de chaque type.
29. Quel est le combustible généralement utilisé dans une centrale nucléaire ? Expliquez comment on obtient également un autre combustible (le MOX) et précisez sa composition.

30. Expliquez le rôle du modérateur dans le contrôle et l'entretien de la réaction nucléaire. Citez des exemples de modérateurs qui sont (ou ont été) utilisés dans les centrales.
31. Expliquez le principe du contrôle de la réaction nucléaire en salle de commande par les opérateurs.
32. Distinguez (à l'aide de schémas, de mots) les centrales à eau bouillante et les centrales à eau pressurisée.
33. Décrivez en détail les trois barrières d'étanchéité des centrales nucléaires (en fonctionnement normal).
34. Décrivez les événements qui peuvent amener à l'accident nucléaire appelé fonte du cœur.
35. Décrivez les rejets d'une centrale nucléaire en fonctionnement normal.
36. Décrivez en détail le problème du tritium (origine, libération, dangerosité, quantités libérées par l'industrie électronucléaire, cycle et risque de contamination).
37. Définissez le cycle du combustible. Distinguez les notions d'amont et d'aval pour ce cycle. Décrivez les principales étapes de l'amont du cycle du combustible.
38. Décrivez en détail comment on passe du minerai naturel (pechblende) au « yellow cake » et pourquoi on transforme cette poudre en hexafluorure d'uranium.
39. Décrivez en détail les deux méthodes les plus utilisées actuellement d'enrichissement de l'uranium.
40. Décrivez la technique d'enrichissement de l'uranium à l'aide du laser qui se met actuellement en place.
41. Décrivez les différents niveaux d'enrichissement de l'uranium et donnez pour chaque niveau un domaine d'application.
42. Expliquez en détail la modification du combustible nucléaire au cours du fonctionnement du réacteur. En particulier, expliquez comment apparaissent le plutonium et les actinides mineurs.
43. Quels sont les objectifs du retraitement des déchets nucléaires ?
44. Expliquez le rôle des piscines attenantes aux bâtiments réacteurs des centrales nucléaires.
45. Décrivez l'origine de la lumière bleutée émanant des cœurs de réacteurs et des piscines de centrales nucléaires.
46. Définissez la notion de burn up associée au combustible nucléaire et décrivez les recherches menées actuellement autour de ce concept.
47. Donnez quelques avantages et inconvénients de la filière électronucléaire.
48. Définissez la notion de déchets nucléaires. Pourquoi ces déchets sont-ils plus préoccupants que les autres déchets que l'activité humaine engendre ?

49. Expliquez en détail les critères de classification des déchets radioactifs. Donnez en détail les différentes catégories de déchets radioactifs selon la classification française et la classification internationale.
50. Pour chaque type de déchets ; donnez un ordre de grandeur du pourcentage en volume et du pourcentage de la radioactivité totale qu'ils représentent (dans le cas français) ; expliquez quelle méthode de traitement est proposée. Donnez en masse et en volume pour les différents types de déchets les quantités produites par habitant et par an (dans le cas français).