

## Pour préparer votre examen prédoctoral

### Quelques méchantes questions

1. Pourquoi le pion a-t-il une parité négative? Présentez une preuve expérimentale qui s'applique au pion négatif.
2. Pourquoi le pion a-t-il une parité négative? Présentez une preuve expérimentale qui s'applique au pion neutre.
3. Pourquoi le pion a-t-il un spin 0? Présentez une preuve expérimentale qui s'applique au pion positif.
4. Un positron peut-il s'annihiler avec un électron pour donner un seul photon?
5. Quels sont les modes de désintégration du positronium? Expliquez.
6. Pourquoi les rapports d'embranchement suivants ont-ils des valeurs aussi petites:

$$\frac{\pi^+ \rightarrow e^+\nu_e}{\pi^+ \rightarrow \mu^+\nu_\mu} = (1.230 \pm 0.004) \times 10^{-4}$$

$$\frac{K^+ \rightarrow e^+\nu_e}{K^+ \rightarrow \mu^+\nu_\mu} = (2.45 \pm 0.11) \times 10^{-5}$$

alors que l'espace des phases favorise grandement les modes électroniques par rapport aux modes muoniques?

7. Pourquoi la vie moyenne du pion neutre est-elle  $(8.4 \pm 0.6) \times 10^{-17}$  s., alors que celle des pions chargés est  $(2.6033 \pm 0.0005) \times 10^{-8}$  s.?
8. Pourquoi le pion positif et le pion négatif devraient-ils avoir la même masse?
9. Pourquoi le pion positif et le pion négatif devraient-ils avoir la même vie moyenne?
10. Pourquoi les rapports d'embranchement

$$\frac{\pi^+ \rightarrow e^+\nu_e}{\pi^+ \rightarrow \mu^+\nu_\mu} \quad \text{et} \quad \frac{\pi^- \rightarrow e^-\bar{\nu}_e}{\pi^- \rightarrow \mu^-\bar{\nu}_\mu}$$

devraient-ils avoir la même valeur?

11. Dans la matière, le muon positif et le muon négatif ont-ils la même vie moyenne?

12. Pourquoi la désintégration

$$\eta \rightarrow \pi^0 \pi^0$$

n'a pas été observée ( $< 4.3 \times 10^{-4}$ ), alors que la désintégration

$$\eta \rightarrow \pi^0 \pi^0 \pi^0$$

a un taux de  $(32.51 \pm 0.29) \times 10^{-2}$ ?

13. Le pion neutre peut-il se désintégrer en trois rayons  $\gamma$ ? en quatre rayons  $\gamma$ ?

14. Pourquoi la désintégration (par interaction électromagnétique)

$$\pi^0 \rightarrow e^+ e^-$$

a-t-elle un taux aussi petit  $(6.2 \pm 0.5) \times 10^{-8}$  alors que la désintégration (par interaction faible)

$$\pi^+ \rightarrow e^+ \nu_e$$

a un taux de  $(1.230 \pm 0.004) \times 10^{-4}$ ?

15. Expliquer pourquoi les taux de désintégration

$$K_L^0 \rightarrow \mu^+ \mu^- \quad (7.25 \times 10^{-9}) \quad \text{et} \quad K_S^0 \rightarrow \mu^+ \mu^- \quad (3.2 \times 10^{-7})$$

sont beaucoup plus petits que le taux de désintégration

$$K^+ \rightarrow \mu^+ \nu_\mu \quad (63.43 \times 10^{-2})$$

16. Qu'est ce que le mécanisme GIM (Glashow-Iliopoulos-Maiani)?

17. Quelles sont les preuves expérimentales de la conservation du courant faible vectoriel (désintégrations des hadrons)?

18. Trouver un argument simple pour montrer que le courant faible axial n'est pas conservé (désintégrations des hadrons).

19. Qu'est ce que PCAC? Comment peut-on tester expérimentalement cette hypothèse?

20. Qu'est ce que le rapport de Panofski?

21. Qu'est ce qu'un électron Auger?

22. Qu'est ce qu'un électron de conversion interne?

23. Comment mesure-t-on expérimentalement l'hélicité des électrons de désintégration  $\beta$ ?
24. Comment mesure-t-on expérimentalement l'hélicité des positrons de désintégration  $\beta$ ?
25. Comment mesure-t-on expérimentalement l'hélicité du neutrino?
26. Le rapport d'embranchement

$$\frac{\Lambda \rightarrow p\pi^-}{\Lambda \rightarrow n\pi^0} = \frac{0.639 \pm 0.005}{0.358 \pm 0.005}$$

n'est pas trop différent de 2. Pouvez-vous trouver une raison pour laquelle ce rapport devrait être égal à 2?

27. Le rapport d'embranchement

$$\frac{K_S^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-}{K_S^0 \rightarrow \pi^0 \pi^0} = \frac{0.6860 \pm 0.0027}{0.3140 \pm 0.0027}$$

n'est pas trop différent de 2. Pouvez-vous trouver une raison pour laquelle ce rapport devrait être égal à 2?

28. Comment mesure-t-on expérimentalement l'angle de Cabibbo (ou, si vous préférez, l'élément de matrice  $V_{ud}$ )?
29. Peut-on déterminer expérimentalement la parité relative du proton et du neutron?
30. Peut-on déterminer expérimentalement la parité relative des hyperons  $\Sigma^0$  et  $\Lambda^0$ ?
31. L'existence d'une observable du type  $(\vec{\sigma} \cdot \vec{p})$  constitue-t-elle une preuve de la violation de la parité?
32. L'existence d'une observable du type  $[\vec{\sigma} \cdot (\vec{p}_1 \times \vec{p}_2)]$  constitue-t-elle une preuve de la violation de l'invariance par renversement du temps?
33. On veut créer des antiprotons en bombardant une cible d'hydrogène avec un faisceau de protons. Quelle doit être l'énergie de ce faisceau de protons?
34. Quelle doit être l'énergie d'un photon pour qu'il puisse se matérialiser en une paire électron-positron?
35. Comment a-t-on été amené à introduire le concept de couleur pour les quarks?
36. Comment peut-on déterminer le nombre de couleurs de la chromodynamique quantique à partir de la désintégration du pion neutre?

37. Pourquoi le méson  $\Phi$  se désintègre-t-il préférentiellement en kaons

$$\Phi \rightarrow K^+ K^- \quad (49.2 \times 10^{-2})$$

plutôt qu'en pions

$$\Phi \rightarrow \pi^+ \pi^- \quad (7.3 \times 10^{-5})$$

38. Le pion neutre peut-il se désintégrer en deux neutrinos (ou un neutrino et un antineutrino) de masse nulle?

39. Quelles sont les règles de sélection qui interdisent l'existence des moments dipolaires électriques?

40. Quelle est la cause de la violation de la parité en physique atomique?

41. Comment observe-t-on expérimentalement la violation de la parité en physique atomique?

42. Qu'est ce que le "magnétisme faible"?

43. Comment observe-t-on expérimentalement le magnétisme faible?

44. Que sont les "courants de seconde classe" des interactions faibles?

45. Quelles sont les preuves expérimentales de la non-existence des courants de seconde classe des interactions faibles?

46. La désintégration

$$\mu^- \rightarrow e^- \nu_e \bar{\nu}_\mu$$

a-t-elle été observée?

47. Un noyau d'oxygène 16 se trouve dans un état excité d'énergie 6.05 MeV, de spin 0 et de parité positive. Quelle serait l'énergie du rayon  $\gamma$  qui pourrait amener ce noyau excité à son état fondamental, de spin 0 et de parité positive?

48. Un noyau d'oxygène 16 se trouve dans un état excité d'énergie 8.87 MeV, de spin 2 et de parité négative. A quelle condition peut-il se désintégrer par émission  $\alpha$  vers le noyau fondamental du carbone 12, de spin 0 et de parité positive?

49. Dans l'expérience qui a permis de déterminer l'hélicité du neutrino on fait usage de la transition  $\gamma$  du samarium 152 excité (énergie d'excitation  $E_0 = 0.963354$  MeV).

- Quelle est, de façon précise, l'énergie du photon de désexcitation, de cet état excité d'énergie  $E_0$  vers l'état fondamental?
- Quelle est, de façon précise, l'énergie du photon qui permettrait d'exciter le noyau en question de l'état fondamental vers l'état excité d'énergie  $E_0$ ?
- Le rayon  $\gamma$  de désexcitation d'un noyau de samarium peut-il exciter un autre noyau de samarium? On sait que le temps de vie du noyau de samarium d'énergie  $E_0$  est 28.2 femtosecondes.
- Comment Goldhaber, Grodzins et Sunyar ont-ils fait pour déterminer l'hélicité du neutrino?