

EXAMEN DE MATURITA BLANCHE
DES SECTIONS BILINGUES
FRANCO-SLOVAQUES ET FRANCO-TCHEQUES

Année scolaire 2007 - 2008

EPREUVE DE CHIMIE

Durée 3h

Le sujet est constitué de cinq exercices indépendants. Les candidats peuvent donc les résoudre dans l'ordre qui leur convient, en rappelant le numéro de l'exercice et des questions qui s'y rapportent.

PLAN DU SUJET :

| | |
|--------------------------------------|--|
| 1. Exploitation de document | LES PILES AU LITHIUM |
| 2. Problème | CONCENTRATION ET NATURE D'UN ACIDE INCONNU |
| 3. Questions de cours | ESTÉRIFICATION, HYDROLYSE, SAPONIFICATION |
| 4. Exercice à caractère expérimental | TITRAGE DES IONS CHLORURE DANS UN LAIT |
| 5. Questionnaire à choix multiples | QUESTIONS SUR L'ENSEMBLE DU PROGRAMME |

La feuille de réponse du questionnaire à choix multiples est à rendre avec la copie.

LE BARÈME DES EXERCICES EST LE SUIVANT :

| | |
|--------------------------------------|-----------|
| 1. Exploitation de document | 10 points |
| 2. Problème | 25 points |
| 3. Questions de cours | 20 points |
| 4. Exercice à caractère expérimental | 25 points |
| 5. Questionnaire à choix multiples | 20 points |

Si au cours de l'épreuve un candidat repère ce qui lui semble une erreur d'énoncé, il le signale dans sa copie et poursuit sa composition en indiquant les raisons des initiatives qu'il est amené à prendre pour cela.

Les correcteurs tiendront compte des qualités de soin, de rédaction et de présentation.

Aucun document, formulaire ni table de valeurs n'est autorisé.

L'utilisation des calculatrices est autorisée dans les conditions prévues par la réglementation.

Chaque page de la copie sera numérotée en bas et au centre « page x/n », n étant le nombre total de pages.

EXPLOITATION DE DOCUMENT

LES PILES AU LITHIUM

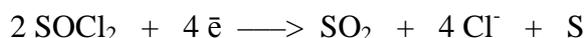
Dans une pile au lithium, l'anode est constituée de lithium. Il existe différentes structures possibles pour ce type de pile. Pour les piles Li-SOCl₂, par exemple, on peut symboliser simplement la chaîne conductrice de la manière suivante : (-) Li | gel électrolytique | C (+)

A l'anode, le lithium qui est un métal très réducteur, s'oxyde en cation Li⁺ selon l'équation :



L'eau ne peut pas être utilisée comme solvant pour le gel électrolytique, car elle réagit vivement avec le lithium. Il est donc nécessaire de faire appel à des solvants non-aqueux : le tétrahydrofurane (THF), le diméthoxyéthane (DME) ou encore le chlorure de thionyle SOCl₂, par exemple.

La réaction à la cathode est fonction du type de pile au lithium. Elle est plus complexe que la réaction d'anode. Dans le cas où le solvant est SOCl₂, elle s'écrit :



L'un des problèmes importants liés à la distribution d'énergie électrique à partir de systèmes électrochimiques (piles et accumulateurs) est la masse de ces systèmes. Le rapport entre la quantité maximale de charges électriques qu'un élément peut fournir et la masse de l'élément constitue la **capacité massique de stockage d'énergie** de cet élément, exprimée en A.h.kg⁻¹. Plus cette valeur est grande, plus le générateur dans lequel l'élément est employé sera adapté à une utilisation nomade (le générateur doit être mobile). Or les besoins sont grands dans ce domaine : stimulation cardiaque (pacemaker), mais aussi traction de véhicules légers par exemple.

L'utilisation d'un métal alcalin comme le lithium en tant qu'anode doit permettre de constituer des systèmes de f.é.m élevée, puisque ces métaux sont très réducteurs.

Parmi les métaux alcalins, le lithium est celui qui possède la masse volumique la plus faible, ce qui présente deux avantages :

- il est très intéressant pour les applications où le générateur doit être mobile (ordinateur portable, téléphones mobiles...)
- les piles au lithium sont caractérisées par une très forte capacité massique de stockage d'énergie, ce qui entraîne une longue durée de vie.

| Élément | Capacité massique (A.h.kg ⁻¹) |
|---------|---|
| Plomb | 260 |
| Cadmium | 480 |
| Zinc | 500 |
| Argent | 820 |
| Lithium | 3800 |

Capacités massiques de stockage d'énergie de différents éléments. L'ampère-heure est une unité de mesure de charge électrique : 1 A.h = 3600 C.

RÉPONDRE BRIÈVEMENT AUX QUESTIONS SUIVANTES :

1. A quelle famille d'éléments appartient l'élément lithium ?
2. Expliquer l'expression „ces métaux sont très réducteurs“.
3. Calculer la capacité massique du lithium en C.kg⁻¹
4. Pourquoi ne peut-on pas utiliser l'eau comme solvant pour le gel électrolytique ?
5. Pourquoi la faible masse volumique du lithium est avantageuse ?
6. Que signifie „utilisation nomade“ ?

PROBLÈME**CONCENTRATION ET NATURE D'UN ACIDE INCONNU**

L'étiquette d'une bouteille contenant une solution S d'un acide, noté HA, s'est décollée. Il peut s'agir d'une solution d'acide hypochloreux, d'acide propanoïque, ou d'acide benzoïque. Le but de l'exercice est de déterminer la concentration et la nature de cette solution.

Données :

| Indicateurs colorés | couleur de la forme acide | zone de virage | couleur de la forme basique |
|---------------------|---------------------------|----------------|-----------------------------|
| Hélianthine | rouge | 3,1 – 4,4 | Jaune |
| Vert de bromocrésol | jaune | 3,8 – 5,4 | bleue |

| acide | hypochloreux | propanoïque | benzoïque |
|-----------------|--------------|-------------|-----------|
| pK _A | 7,30 | 4,87 | 4,2 |

A. Détermination de la concentration de l'acide HA présent dans la solution S

On réalise le titrage d'un volume $V_A = 20,0$ mL de cette solution par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_B = 0,010$ mol.L⁻¹ en présence d'un indicateur coloré. Le virage de l'indicateur a lieu pour un volume de base versé $V_{BE} = 9,6$ mL.

1. Ecrire l'équation de la réaction de titrage.
2. Quel est le rôle de l'indicateur coloré pour le titrage ?
3. Exprimer la concentration molaire C_A de la solution acide à l'équivalence en fonction de C_B , V_{BE} et V_A . Calculer C_A .

B. Utilisation d'indicateurs colorés : évaluation du pH de la solution S

La couleur prise par un indicateur coloré donne une indication sur la nature acide ou basique d'une solution. Avec 2 indicateurs, et connaissant leurs zones de virage, on peut évaluer le pH d'une solution, c'est à dire un encadrement de son pH (une valeur supérieure et inférieure du pH).

Pour évaluer le pH de la solution S, on en prélève deux échantillons et on y ajoute quelques gouttes d'indicateurs colorés. Les couleurs observées sont les suivantes :

| Echantillon | Indicateurs colorés | couleur |
|-------------|---------------------|---------|
| 1 | hélianthine | orangée |
| 2 | vert de bromocrésol | jaune |

1. Déterminer une valeur supérieure et inférieure du pH de la solution S.
2. En déduire une valeur supérieure et inférieure :
 - a. de la concentration en ions oxonium et en ions A⁻ ;
 - b. de la concentration effective en espèces HA ;
 - c. de la valeur de la constante d'acidité puis du pK_A du couple HA/A⁻.
3. Le résultat obtenu pour le pK_A permet d'exclure l'un des trois acides proposés, lequel ?

C. Mesure conductimétrique

La mesure de la conductivité de la solution S donne $\sigma = 9,7 \times 10^{-3}$ S.m⁻¹.

1. Exprimer la conductivité σ en fonction des concentrations molaires en H₃O⁺ et A⁻ et des conductivités

molaires ioniques de l'ion A⁻ et de celle de H₃O⁺. En déduire la relation $[A^-] = \frac{\sigma}{\lambda_{A^-(aq)} + \lambda_{H_3O^+(aq)}}$

2. Calculer les concentrations molaires en H₃O⁺ et A⁻
3. Exprimer et calculer la concentration molaire de l'espèce HA.
4. En déduire la valeur du K_A, du pK_A et le nom de l'acide contenu dans la solution S.

DONNÉES : $\lambda(A^-(aq)) = 3,4 \times 10^{-3}$ S.m².mol⁻¹ ; $\lambda(H_3O^+(aq)) = 35,0 \times 10^{-3}$ S.m².mol⁻¹

QUESTIONS DE COURS

ESTÉRIFICATION, HYDROLYSE, SAPONIFICATION

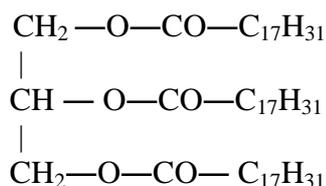
A. L'odeur de banane.

Dans une éprouvette on introduit quelques millilitres de butan-1-ol et d'anhydride éthanoïque. On plonge le mélange dans un bain-marie pendant quelques minutes. Après refroidissement on verse le contenu dans un bécher contenant de l'eau salée. Deux phases se séparent, la phase supérieure possède une forte odeur de banane.

1. A quelles familles appartiennent les produits ? Quelles sont les caractéristiques de la transformation ?
2. Ecrire l'équation de la réaction et nommer les produits obtenus.
3. Quel est le rôle de l'eau salée ? Comment nomme-t-on cette opération ?

B. L'huile de soja.

L'huile de soja contient des triglycérides. L'un d'entre eux est la linoléine, de formule :



4. A partir de quels réactifs peut-on obtenir la linoléine ? A quelles familles chimiques appartiennent ces molécules ?
5. Ecrire l'équation de la réaction de la linoléine avec une solution d'hydroxyde de sodium. Comment appelle-t-on cette réaction et quelles sont ses caractéristiques ?

C. L'huile de palme.

L'huile de palme est obtenue à partir du fruit d'une espèce de palmier africain. Cette huile possède 79% de corps gras saturés dont la palmitine qui est un triester du glycérol et d'un monoacide carboxylique : l'acide palmitique. L'acide palmitique est une molécule linéaire et saturée contenant 16 atomes de carbone.

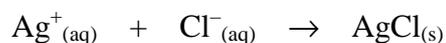
6. Ecrire la formule brute de l'acide palmitique. A quelle famille de composés chimiques appartiennent les isomères de fonction de cet acide ?
7. Ecrire la formule semi-développée de l'acide palmitique. Quelle est la partie hydrophile et la partie lipophile de cet acide ?
8. Ecrire la formule semi-développée de la palmitine.
9. Comment appelle-t-on la réaction inverse de la formation de la palmitine ? Quelles sont ses caractéristiques ?

EXERCICE A CARACTERE EXPERIMENTAL**TITRAGE CONDUCTIMETRIQUE DES IONS CHLORURE DANS UN LAIT**

Pour satisfaire à des normes de qualité, la masse d'ions chlorure présents dans un litre de lait doit être comprise entre 1,0 g et 2,0 g. Un titrage des ions chlorure par conductimétrie permet de vérifier si un lait satisfait à ce critère.

On prélève un volume $V_0 = 10,0$ mL d'un échantillon de lait (solution S_0) et on les introduit dans une fiole jaugée de volume $V_S = 100,0$ mL. On complète le volume avec de l'eau distillée et on homogénéise la solution S ainsi obtenue.

1. Exprimer le rapport entre la concentration C_0 des ions chlorure dans la solution S_0 et la concentration C_S des ions chlorure dans la solution S. Calculer ce rapport.
2. On verse un volume $V_1 = 10,0$ mL de la solution S dans un bécher et on y ajoute environ 250 mL d'eau distillée. Indiquer précisément le protocole à suivre pour prélever 10,0 mL de solution S (matériel utilisé, manipulations à effectuer).
3. On plonge ensuite dans le bécher une cellule conductimétrique. On mesure la conductivité du milieu réactionnel initialement et après chaque ajout d'une solution aqueuse de nitrate d'argent(I) ($\text{Ag}^+_{(\text{aq})} + \text{NO}_3^-_{(\text{aq})}$) dont la concentration C_2 vaut $4,00 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$. Indiquer, sur un schéma annoté, le dispositif expérimental à mettre en place.
4. Quelle est l'origine de la conductivité initiale de la solution ?
5. Ce titrage permet d'obtenir une courbe d'évolution de la conductivité σ du milieu réactionnel en fonction du volume V_2 de la solution de nitrate d'argent versé (**voir l'annexe à la page suivante**). La transformation chimique est rapide, quasiment totale ($K = 1 \times 10^{10}$) et met uniquement en jeu les ions chlorure et les ions argent (I) selon l'équation de réaction :



En utilisant les valeurs des conductivités molaires ioniques données ci-dessous, expliquer qualitativement l'allure de la courbe conductimétrique au cours du titrage : Pourquoi la courbe descend-elle faiblement dans sa première partie, pourquoi atteint-elle un minimum et pourquoi remonte-elle fortement après ?

6. Définir, par une phrase et par une relation, l'équivalence au cours de ce titrage.
7. Déterminer graphiquement, en utilisant la courbe d'évolution de la conductivité σ , la valeur du volume V_E de solution de nitrate d'argent(I) versé à l'équivalence.
8. Exprimer la concentration molaire C_S en ions chlorure présents dans la solution S en fonction de C_2 , V_E et V_1 .
9. Calculer C_S et C_0 la concentration molaire en ions chlorure présents dans le lait.
10. Calculer la masse d'ions chlorure présents dans le lait étudié et conclure quant à sa qualité.

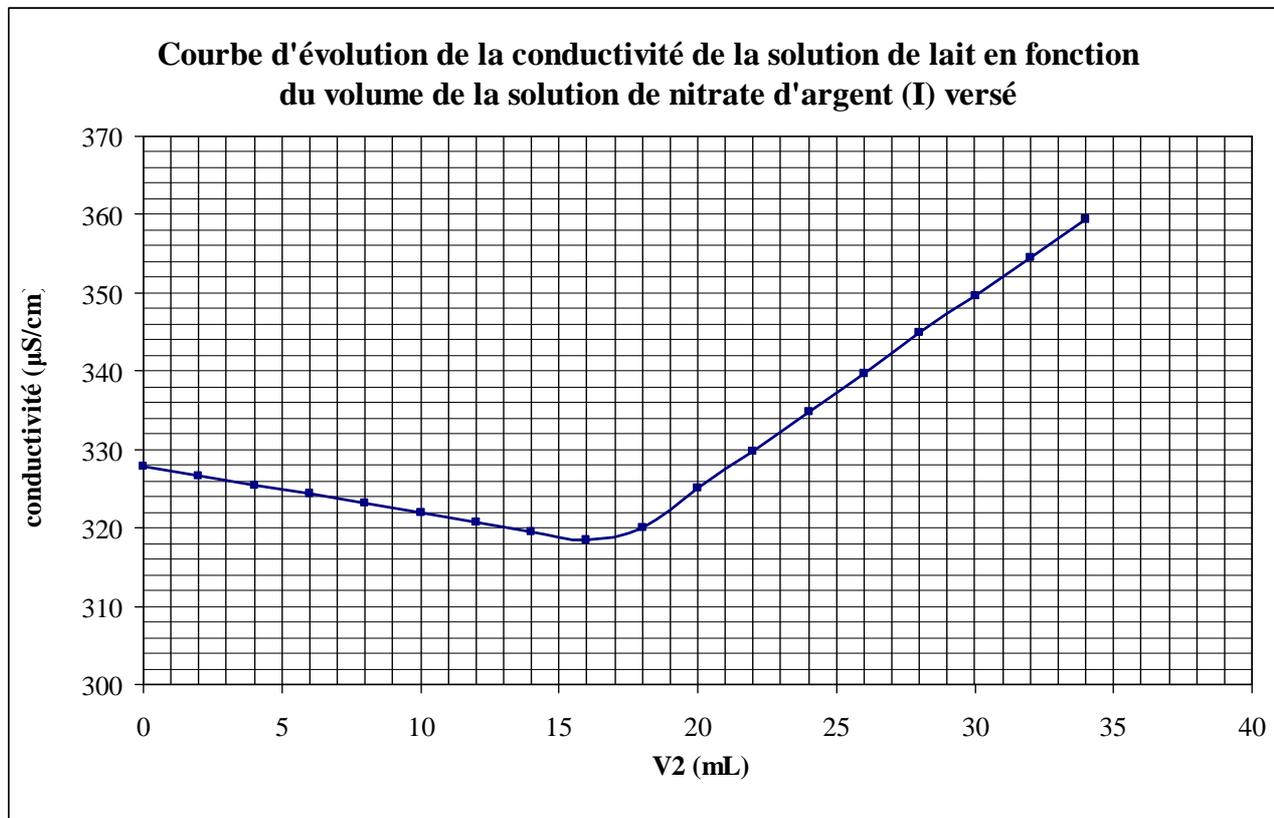
DONNÉES :

$$M(\text{Cl}^-) = 35,5 \text{ g.mol}^{-1} ;$$

$$\lambda(\text{Cl}^-_{(\text{aq})}) = 76,3 \times 10^{-4} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1} ; \lambda(\text{NO}_3^-_{(\text{aq})}) = 71,4 \times 10^{-4} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1} ;$$

$$\lambda(\text{Ag}^+_{(\text{aq})}) = 61,9 \times 10^{-4} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$$

EXERCICE A CARACTERE EXPERIMENTAL
TITRAGE CONDUCTIMETRIQUE DES IONS CHLORURES DANS UN LAIT
ANNEXE



QUESTIONNAIRE A CHOIX MULTIPLES

- On considère les espèces chimiques : ${}_{11}\text{Na}$, ${}_{11}\text{Na}^+$, ${}_{10}\text{Ne}$, ${}_{9}\text{F}$, ${}_{9}\text{F}^-$. Quelles sont les espèces ayant la même structure électronique ?
 - ${}_{11}\text{Na}$, ${}_{11}\text{Na}^+$
 - ${}_{9}\text{F}$, ${}_{9}\text{F}^-$
 - ${}_{11}\text{Na}^+$, ${}_{9}\text{F}$
 - ${}_{11}\text{Na}^+$, ${}_{10}\text{Ne}$, ${}_{9}\text{F}^-$
- Choisir la seule information fautive. Les isotopes d'un élément diffèrent par :
 - le nombre de neutrons
 - le nombre de nucléons
 - la structure électronique de la couche externe
 - la masse de l'atome
- L'électronégativité d'un élément :
 - est plus petite pour les métaux alcalins
 - est la mesure de son aptitude à attirer des anions
 - ne dépend pas de la position de l'élément dans la classification périodique
 - s'exprime en électron-volts
- Pour augmenter le rendement d'une réaction d'estérification, il faut :
 - ajouter un catalyseur
 - augmenter la température
 - utiliser un anhydride d'acide au lieu d'un acide carboxylique
 - chauffer à reflux le milieu réactionnel
- Une réaction positive au réactif de Tollens permet d'identifier en solution aqueuse :
 - des cétones
 - des aldéhydes
 - des amines
 - des acides carboxyliques
- L'hydrolyse basique du benzoate d'éthyle donne, entre autres produits :
 - l'ion éthanoate
 - l'acide benzoïque
 - l'acide éthanoïque
 - l'ion benzoate
- Un alliage en poudre contenant Al, Zn et Cu subit l'attaque d'une solution concentrée de HCl, l'acide étant en excès. Dans le mélange final on ne trouve :
 - ni Cu ni Al
 - ni Al ni Zn
 - ni Zn ni Cl^-
 - ni Cl^- ni H_3O^+

8. On exprime l'énergie ΔE transférée lors de la réaction $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{HCl}(\text{g})$ par :
- $\Delta E = D_{\text{H-H}} + D_{\text{Cl-Cl}} - 2D_{\text{H-Cl}}$
 - $\Delta E = 2D_{\text{H-Cl}} - D_{\text{H-H}} - D_{\text{Cl-Cl}}$
 - $\Delta E = D_{\text{H-H}} + D_{\text{Cl-Cl}} + D_{\text{H-Cl}}$
 - $\Delta E = D_{\text{H-H}} + D_{\text{Cl-Cl}} - D_{\text{H-Cl}}$
9. En ce qui concerne l'éthanol, l'expérience de la lampe sans flamme est une réaction :
- de réduction
 - de déshydrogénation
 - d'oxydation
 - de déshydratation
10. On réalise l'électrolyse d'une solution aqueuse de bromure de cuivre. On observe :
- un dégagement de dihydrogène à l'anode
 - un dégagement de dibrome à la cathode
 - un dépôt de cuivre à l'anode
 - un dépôt métallique rouge à la cathode
11. On dilue 100 fois une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $c = 1 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ (à 25°C). La solution diluée a un pH égal à :
- 8
 - 10
 - 12
 - 14
12. Le couple $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ a un $\text{pK}_a = 9,2$. Choisir la valeur du pH de la solution où NH_3 est l'espèce prédominante :
- $\text{pH} = 7$
 - $\text{pH} < 9,2$
 - $\text{pH} > 10,2$
 - $\text{pH} = 9,2$
13. L'énergie de liaison de la molécule H_2 vaut
- + 436 kJ.mol^{-1}
 - 436 kJ.mol^{-1}
 - + 436 kW.mol^{-1}
 - 436 kW.mol^{-1}
14. Quels composés ont des propriétés réductrices ?
- les cétones
 - les aldéhydes
 - les acides carboxyliques
 - les anhydrides d'acide
15. Quand la valeur Q_r du quotient de réaction d'une transformation chimique dans l'état initial est inférieure à la constante d'équilibre K :
- le sens d'évolution spontanée est le sens direct, vers la formation des produits
 - le sens d'évolution spontanée est le sens inverse, vers la formation des réactifs
 - le système chimique n'évolue pas
 - le système n'évolue pas spontanément

16. Une transformation chimique n'est pas totale lorsque :
- A. l'avancement final est supérieur à l'avancement maximal
 - B. l'avancement final est égal à l'avancement maximal
 - C. l'avancement final est inférieur à l'avancement maximal
 - D. la réaction associée s'effectue dans un seul sens
17. L'une des applications de l'électrolyse est :
- A. de déposer un métal à la surface de la cathode
 - B. de déposer un métal à la surface de l'anode
 - C. de transformer de l'énergie chimique en énergie électrique
 - D. de fournir de l'énergie électrique
18. Le glucose donne avec la liqueur de Fehling un précipité rouge brique, il renferme donc :
- A. une fonction amine
 - B. une fonction acide
 - C. une fonction cétone
 - D. une fonction aldéhyde
19. Dans une chromatographie sur couche mince, l'éluant est :
- A. la phase fixe
 - B. une phase mobile
 - C. toujours de l'eau
 - D. un solvant non-polaire
20. Le procédé d'hydrogénation catalytique ne permet pas le passage :
- A. de la cétone à l'alcool
 - B. de l'aldéhyde à l'alcool
 - C. de l'alcool au composé halogéné
 - D. de l'acide carboxylique à l'alcool

ANNEXE : RÉPONSES AU QCM

CETTE FEUILLE EST A RENDRE AVEC LA COPIE

Le candidat répond sur cette feuille annexe en faisant une croix, pour chaque question, dans la case correspondant à la bonne réponse. En cas d'erreur le candidat noircit la mauvaise réponse et entoure d'un cercle la case de la bonne réponse.

Il n'y a qu'une seule bonne réponse par question.

Exemple de question :

0. Lavoisier était :

A) un chimiste B) un joueur de jazz C) un écrivain D) un homme politique

Exemples de réponses valables pour la réponse juste A :

| | A | B | C | D |
|----|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| 0. | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 0. | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 0. | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

GRILLE DE REPONSE :

| | A | B | C | D |
|-----|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 8. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 9. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 10. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 11. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 12. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 13. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 14. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 15. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 16. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 17. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 18. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 19. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 20. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |