

**MATURITA DES SECTIONS BILINGUES
FRANCO-TCHÈQUES**

EXAMEN DE MATURITA BILINGUE

Année 2017
Session de printemps

ÉPREUVE DE PHYSIQUE

Durée : 3h

Le sujet est constitué de cinq exercices indépendants de même importance. 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.

Si au cours de l'épreuve un candidat repère ce qui lui semble être 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.

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

La feuille de réponse du questionnaire à choix multiples, page 10, et l'annexe, page 11, sont à renuméroter et à rendre avec la copie.

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

Plan du sujet :

- | | |
|---|--------------------------------------|
| 1. Questions de cours..... | Optique corpusculaire |
| 2. Exercice à caractère expérimental..... | Etude d'un mouvement parabolique |
| 3. Problème..... | Radioactivité et datation géologique |
| 4. Etude de document..... | Navigation |
| 5. Questionnaire à choix multiple..... | Electricité |

Question de cours Optique corpusculaire

Partie I - Photon.

- a) Qu'est-ce qu'un photon?
- b) Donner la masse, la charge et la vitesse d'un photon dans le vide.
- c) Donner la formule permettant de calculer l'énergie d'un photon en précisant le sens de chaque terme et les unités des différentes grandeurs.

Partie II - Quantification de l'énergie.

- a) "L'énergie d'un atome est quantifiée." Expliquer ce que signifie cette phrase.
- b) Comment la lumière est-elle alors produite par les atomes ?

Partie III - L'atome de sodium.

Les premiers niveaux d'énergie de l'atome de sodium sont :

$E_1 = -5,14 \text{ eV}$, $E_2 = -3,03 \text{ eV}$, $E_3 = -1,93 \text{ eV}$, $E_4 = -1,51 \text{ eV}$, $E_5 = -1,38 \text{ eV}$, E_1 étant l'énergie de l'état fondamental.

- a) Expliquer les notions suivantes: "état fondamental", "état excité", "énergie d'ionisation".
- b) 1. Déterminer l'énergie ΔE_{21} , en eV, puis en joules, du photon émis lors de la transition du premier état excité à l'état fondamental.
2. Calculer la longueur d'onde λ dans le vide et la fréquence ν associée à ce photon.
3. À quel domaine des ondes électromagnétiques appartient cette onde ?

Données :

$e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$; $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$; $c = 2,998 \cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$;
 $1 \text{ u} = 1,661 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

Attention ! certaines de ces données ne sont pas utiles pour répondre aux questions.

- c) Quel effet produit, sur un atome de sodium à l'état fondamental E_1 , un photon d'énergie 2,50 eV ? Justifier la réponse.
- d) Quel effet produit, sur un atome de sodium à l'état fondamental E_1 , une collision avec un électron d'énergie 2,50 eV ? Quelle est l'énergie, en eV, de l'électron après cette interaction ?

Partie IV - Spectres de raies d'émission.

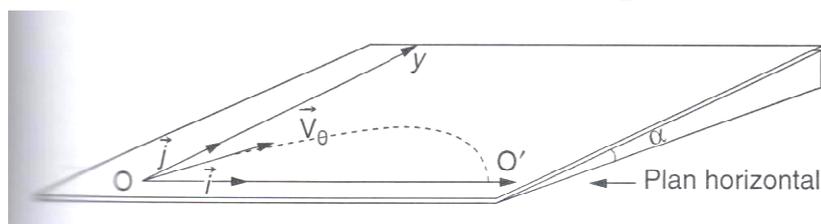
- a) Qu'est-ce qu'un spectre de raies d'émission ?
- b) Donner deux informations que nous pouvons déduire d'un tel spectre.

Exercice à caractère expérimental

Etude d'un mouvement parabolique

Un palet est mis en mouvement, sans frottement, sur une table à coussin d'air inclinée d'un angle α sur le plan horizontal.

A l'instant $t = 0$, le palet est lancé vers le haut, dans le plan de la table. Son centre d'inertie G est alors en O, origine du repère cartésien $(O ; \vec{i}, \vec{j})$ tel que O_x soit horizontal et O_y parallèle aux lignes de plus grande pente du plan incliné. Le vecteur vitesse \vec{v}_0 de G à cet instant $t = 0$ est tel que l'angle (\vec{i}, \vec{v}_0) est compris entre 0 et $\frac{\pi}{2}$.



Le centre d'inertie du palet décrit une parabole. À l'aide d'un dispositif approprié, on a enregistré les positions du centre d'inertie G à des intervalles de temps réguliers de durée $\tau = 60$ ms (voir figure en annexe, l'échelle de l'enregistrement 1:2). La première position de G sur l'annexe correspond au point $O = G_0$ ($t = 0$), la dernière au point $O' = G_{17}$ ($t = 17 \cdot \tau$).

1. Déterminer les mesures v_{12} et v_{14} des vecteurs vitesse instantanée du centre d'inertie du palet aux points G_{12} et G_{14} ; puis construire les vecteurs \vec{v}_{12} et \vec{v}_{14} à l'échelle : 1 cm pour $0,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
2. Construire, avec l'origine au point G_{13} , le vecteur $\vec{\Delta v} = \vec{v}_{14} - \vec{v}_{12}$ et déterminer, à l'aide de l'échelle précédente, la mesure Δv du vecteur $\vec{\Delta v}$.
3. Déterminer la valeur a_{13} du vecteur accélération du centre d'inertie au point G_{13} et construire le vecteur \vec{a}_{13} . Echelle : 1 cm pour $0,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.
4. En déduire les valeurs des coordonnées cartésiennes de \vec{a}_{13} dans le repère $(O ; \vec{i}, \vec{j})$.

Etude dynamique du mouvement.

5. Faire le bilan des forces extérieures exercées sur le palet dans une position quelconque dans un référentiel terrestre supposé galiléen. Les représenter sur un schéma.
6. Utiliser la deuxième loi de Newton et exprimer littéralement le vecteur accélération en fonction des forces appliquées et de la masse m du palet.
7. Exprimer $\sin(\alpha)$ en fonction de a_{13} et de g .
8. En déduire, à l'aide de la mesure de a_{13} , la valeur de l'angle α en degrés.
($g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$)

Problème

Radioactivité et datation géologique

Partie 1.

Le potassium $40, {}^{40}_{19}\text{K}$, est radioactif et se désintègre en argon $40, {}^{40}_{18}\text{Ar}$.

1. Ecrire l'équation de désintégration.
2. Rappeler les règles utilisées pour établir l'équation précédente.
3. De quel type de désintégration s'agit-il ?
4. Donner la définition d'une demi-vie radioactive, notée $t_{1/2}$.
5. La demi-vie du potassium 40 vaut : $t_{1/2} = 1,3 \cdot 10^9$ ans.

En déduire la valeur de sa constante radioactive λ **avec trois chiffres significatifs, en an^{-1} .**

Partie 2.

Dans certaines roches volcaniques, on détecte la présence de potassium ${}^{40}_{19}\text{K}$ radioactif. Lors d'une éruption volcanique, tout l'argon produit s'évapore (sous l'effet de la température et de la pression) : on dit que la lave se dégaze. À cette date, considérée comme instant initial $t = 0$, la lave volcanique solidifiée ne contient pas d'argon.

Plus tard, à l'instant t , on effectue un prélèvement de roche sur le site d'un ancien volcan. Un spectrographe détermine la composition massique de ce prélèvement qui contient, entre autres : $m_{\text{K}} = 1,57$ mg de ${}^{40}_{19}\text{K}$ et $m_{\text{Ar}} = 84,0$ μg de ${}^{40}_{18}\text{Ar}$.

1. Déterminer le nombre de noyaux de potassium 40 (N_{K}) et le nombre de noyaux d'argon (N_{Ar}) à la date du prélèvement.

Données : on suppose que $M({}^{40}_{19}\text{K}) \approx M({}^{40}_{18}\text{Ar}) = 40,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$;

la constante d'Avogadro vaut : $\mathcal{N}_{\text{A}} = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

2. On note N_0 le nombre de noyaux de potassium 40 contenus à l'instant initial $t = 0$ (lors du dégazage) dans la roche prélevée à l'instant t . Justifier la relation $N_0 = N_{\text{K}} + N_{\text{Ar}}$ et vérifier que $N_0 = 2,49 \cdot 10^{19}$ noyaux.
3. Exprimer, en fonction de t , N_0 et λ , le nombre de noyaux $N_{\text{K}}(t)$ de potassium 40. Comment appelle-t-on cette relation ?
4. Déterminer la date approximative de l'éruption, $t_{\text{éruption}}$.
5. Sachant que les derniers dinosaures se sont éteints il y a 66 millions d'années, y avait-il encore des dinosaures vivants lors de l'éruption de ce volcan ?

Etude de documents

Navigation

Document 1 - Position sur le globe terrestre

Tous les points de même longitude appartiennent à une ligne épousant la courbure terrestre, coupant l'équateur à angle droit et reliant le pôle Nord au pôle Sud. Cette ligne est appelée «méridien». À la différence de la latitude (position nord-sud) qui bénéficie de l'équateur et des pôles comme références, aucune référence naturelle n'existe pour la longitude. La longitude, généralement notée λ , est donc une mesure angulaire sur 360° par rapport à un méridien de référence, avec une étendue de -180° (180°) Ouest à $+180^\circ$ (-180°) Est. Le méridien 0° est le méridien de Greenwich.



Comment déterminer la longitude en mer au 18^{ème} siècle ?

La plus simple consiste à déterminer la différence entre l'heure (solaire) locale et l'heure (solaire) d'un méridien de référence. Seulement pour exécuter ce calcul, il faut connaître l'heure précise au méridien de référence et l'heure locale exacte. Les problèmes étaient nombreux :

À cette époque, aucun chronomètre n'était capable de fonctionner correctement en mer sur une longue durée. Les horloges à balancier ont une période qui dépend de g (valeur de l'accélération de la pesanteur), or celle-ci n'est pas constante à la surface du globe et pire elle est variable en mer où la houle provoque des décélérations et accélérations parasites ; de plus le ressort à spirale utilisé pour les chronomètres de poche a une période dépendante de la température.

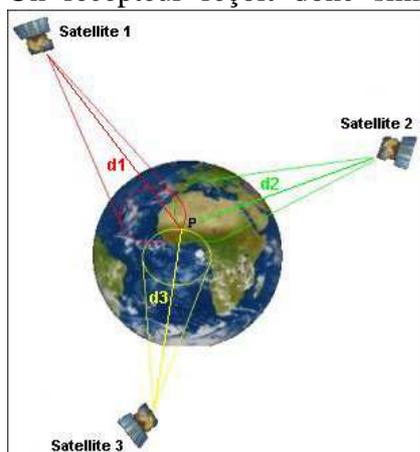
Document 2 – Système GPS

Depuis 1995, le système GPS, associant plusieurs satellites à un récepteur calculateur portable, permet de connaître instantanément sa position : longitude, latitude et altitude, ainsi que sa vitesse de déplacement.

Le principe de localisation GPS repose sur l'émission de signaux codés véhiculés par une onde porteuse, selon deux modes de fonctionnement :

- un mode précis de positionnement à priori réservé à des utilisateurs identifiés (code P ; précision de l'ordre de 10 m)
- un mode standard de positionnement, sans restriction d'utilisation (code C/A ; précision de l'ordre de 100 m).

Un récepteur reçoit donc simultanément les signaux codés en provenance de plusieurs satellites situés à des distances différentes du lieu d'observation. Le décodage de ces signaux permet d'évaluer ces distances et d'en déduire la position du récepteur dans un référentiel géodésique connu (WGS 84).

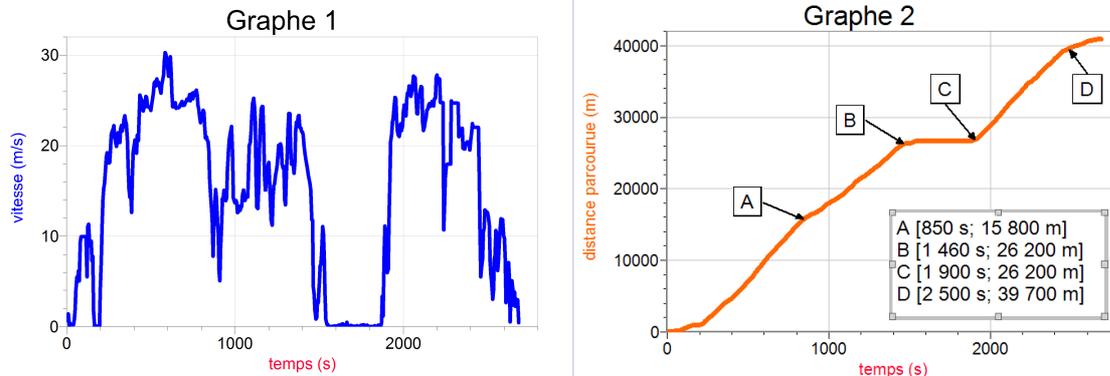


La précision peut être améliorée par méthode différentielle (DGPS), en s'aidant d'une station de référence proche de l'endroit où l'on effectue les mesures.

Cette technologie est déjà implantée dans la plupart des portables et donc accessible à tous... On ne peut pas se perdre...

Document 3 – Voyage repéré par un GPS

Les systèmes GPS nous permettent de mesurer non seulement notre position, mais aussi d'enregistrer la vitesse, la distance parcourue ou bien le profil de notre parcours. Voici deux exemples. Le premier représente la vitesse instantanée et le deuxième la distance parcourue en fonction du temps. Il s'agit du mouvement d'une voiture sur un trajet entre la ville de Brno et la ville de Boskovice...



6 points seront accordés au soin, à la présentation et à la rédaction de la copie.

Questions :

- 1) Citez trois problèmes qui empêchaient de déterminer correctement la longitude en mer au 18^{ème} siècle.
- 2) Expliquez le fonctionnement du système GPS.
- 3) Quelle est la précision de ce système quand on est dans une voiture?
- 4) Comment varie la valeur de l'intensité de la pesanteur en fonction de la position sur le globe terrestre ?

Vous pouvez répondre en utilisant soit vos connaissances, soit des informations du texte.

- 5) a. Calculez la vitesse moyenne pour la phase 1 (entre les points A et B du graphe n. 2).
b. Le graphe n. 1 remet-il en cause ce résultat? Justifiez votre réponse.

Quelle est la partie du graphe n. 1 qui correspond à la phase 2 (entre les points B et C) du graphe n. 2 ?

Questionnaire à choix multiples Electricité

Les questions qui suivent n'admettent **qu'une seule réponse correcte**. Aucune justification n'est demandée. Parmi les propositions, référencées a, b, c et d, **cocher l'unique bonne réponse dans la grille fournie page 10**. Cette grille devra rester anonyme et être agrafée avec votre copie. Il n'y a pas de points négatifs pour les mauvaises réponses.

Exemple : 0- Albert Einstein était: a) un chanteur de jazz
b) un peintre
c) un physicien
d) un dentiste

Ecrire, comme dans l'exemple suivant, sur la copie prévue à cet effet page 10 :

0-	a	b	c	d
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

En cas d'erreur, barrez les 4 cases et noter à côté la bonne réponse, comme dans l'exemple suivant :

0-	a	b	c	d
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

 0c

- 1) Le courant électrique est :
 - a) un déplacement collectif des porteurs de charges ;
 - b) un mouvement désordonné des particules chargées ;
 - c) une agitation thermique des particules chargées ;
 - d) égal au travail effectué par le champ électrique lors du déplacement d'une charge + 1 C d'un point A à un point B.

- 2) La charge électrique Q de l'ion Cu^{2+} est égale à :
 - a) + 2 ;
 - b) + 2 C ;
 - c) + 2 électrons ;
 - d) + $3,2 \cdot 10^{-19}$ C.

- 3) Une tension électrique U est appliquée aux bornes d'un conducteur ohmique. Si cette tension double, la résistance R du conducteur ohmique :
 - a) ne change pas ;
 - b) double aussi ;
 - c) est divisée par 2 ;
 - d) est multipliée par 4.

- 4) Une lampe, alimentée par une tension électrique U de 6 V qui produit un courant continu d'intensité I de 0,3 A pendant un temps Δt de 20 minutes, est parcourue par une charge électrique Q de :
 - a) 2 160 C ;
 - b) 360 C ;
 - c) 6 C ;
 - d) 0,015 C.

- 5) Le calibre de l'ampèremètre est :
- la plus petite division sur l'échelle ;
 - égal à l'incertitude absolue de la mesure de l'intensité électrique ;
 - toujours plus grand que la mesure de l'intensité électrique ;
 - la sensibilité de l'appareil, en %.

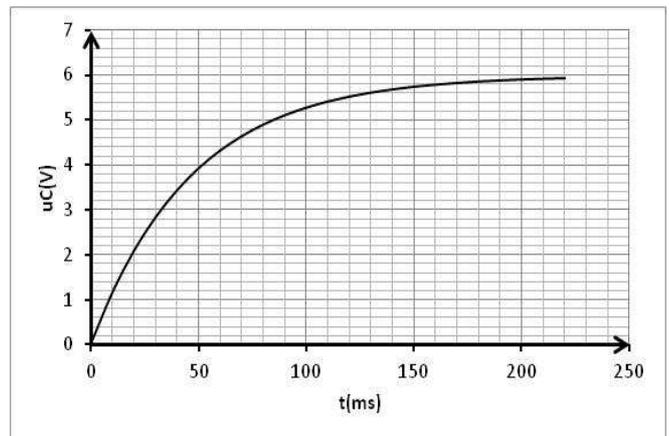
- 6) Le condensateur est un dipôle :
- dont la résistance est très faible ;
 - qui peut stocker des charges électriques sur ses armatures ;
 - qui laisse passer le courant continu ;
 - dont les armatures sont reliées par un fil de connexion.

- 7) Un circuit RC est alimenté par un générateur de tension continue dont la force électromotrice vaut E .

La capacité C du condensateur vaut $47 \mu\text{F}$.

La constante de temps τ vaut environ :

- 200 ms ;
- 150 ms ;
- 100 ms ;
- 50 ms .



- 8) Pour que la charge du même circuit RC soit deux fois plus longue, il faudra :
- diviser la tension U aux bornes du générateur par 2 ;
 - multiplier la tension U aux bornes du générateur par 2 ;
 - multiplier la résistance R par 2 ;
 - diviser la capacité C par 2.

- 9) La charge finale portée par l'armature positive du condensateur vaut :

- $1,3 \cdot 10^5 \text{ C}$;
- $0,13 \text{ C}$;
- $7,8 \cdot 10^{-3} \text{ C}$;
- $2,8 \cdot 10^{-4} \text{ C}$.

- 10) Soit un solénoïde infiniment long qui se trouve dans un circuit comprenant aussi un générateur de tension et un interrupteur.

Un courant induit n'apparaît pas :

- en utilisant, en régime permanent, un générateur de tension continue ;
- en utilisant un générateur de tension triangulaire ;
- à l'ouverture du circuit ;
- à la fermeture du circuit.

- 11) Parmi les relations suivantes, laquelle permet de calculer l'énergie emmagasinée dans une bobine ?

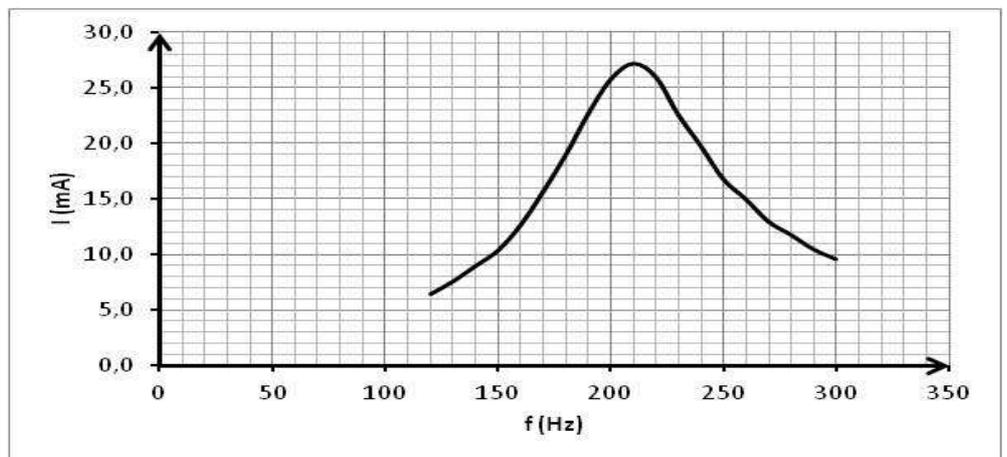
- $E_L = \frac{1}{2} Li$;
- $E_L = Li$;
- $E_L = Li^2$;
- $E_L = \frac{1}{2} Li^2$.

- 12) Soit une bobine d'inductance L et de résistance r , alimentée en tension continue de valeur U . On glisse un noyau ferromagnétique à l'intérieur de la bobine et on constate que :
- l'inductance de la bobine augmente ;
 - l'inductance de la bobine diminue ;
 - la résistance de la bobine augmente ;
 - la résistance de la bobine diminue.

- 13) L'amortissement d'un dipôle RLC est dû :
- au condensateur et au conducteur ohmique ;
 - à la bobine et au condensateur ;
 - au conducteur ohmique, à la bobine et au condensateur ;
 - à la bobine et au conducteur ohmique.

- 14) Soumis à un régime forcé, alternatif sinusoïdal, un dipôle RLC série est traversé par une intensité efficace variable selon la fréquence. La bande passante « à 3 dB » d'un tel circuit est :

- 105 Hz ;
- 62 Hz ;
- 180 Hz ;
- 210 Hz.



- 15) Le condensateur du circuit précédent a une capacité $C = 6,0 \mu\text{F}$.

L'inductance L de la bobine vaut :

- | | |
|------------|------------|
| a) 20 mH ; | c) 60 mH ; |
| b) 48 mH ; | d) 96 mH. |

Questionnaire à choix multiples
Electricité

1-	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
2-	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3-	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
4-	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
5-	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
6-	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
7-	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
8-	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
9-	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
10-	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
11-	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
12-	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
13-	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
14-	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
15-	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

Škola: _____
Jméno žáka _____
Třída _____

Annexe

Škola: _____
Jméno žáka _____
Třída _____

