

# BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

## BIOANALYSES ET CONTRÔLES

### ÉPREUVE E2 - MATHÉMATIQUES ET SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIQUES

#### SOUS-ÉPREUVE U22 - SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIQUES

**SESSION 2025**

Durée : 2 heures

Coefficient : 3

#### **Matériel autorisé :**

Feuille de papier millimétré.

L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.

L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collège » est autorisé.

La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante de l'appréciation des copies.

S'il apparaît au candidat qu'une donnée est manquante ou erronée, il pourra formuler toutes les hypothèses qu'il jugera nécessaires pour résoudre les questions posées. Il justifiera, alors, clairement et précisément ces hypothèses.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Le sujet se compose de 8 pages, numérotées de 1/8 à 8/8.

#### **Document à rendre avec la copie :**

Document réponse de l'exercice B.....page 8/8

<b>BTS BIOANALYSES ET CONTROLES</b>	Session 2025
U22 – Sciences Physiques et Chimiques	Code : 25BAE2PC

## **PHYSIQUE-CHIMIE ET SANTE**

Le sujet est constitué de quatre parties indépendantes :

- Partie A - À propos du phosphore 32 (10 points)
- Partie B - Le sulfure d'hydrogène (10 points)
- Partie C - Synthèse de l'éphédrine (10 points)
- Partie D - Contrôle d'un sirop de sucre (10 points)

<b>BTS BIOANALYSES ET CONTROLES</b>	Session 2025
U22 – Sciences Physiques et Chimiques	Code : 25BAE2PC

## Partie A - À propos du phosphore 32 (10 points)

Le phosphore 32 ( $^{32}\text{P}$ ) est un noyau radioactif émetteur  $\beta^-$  très utilisé en recherche de par son énergie élevée. Son utilisation en biologie moléculaire s'est largement répandue par l'emploi de nucléotides de haute activité, spécifiques pour marquer l'ADN.

### Données :

Éléments voisins du phosphore dans la classification périodique :

Élément chimique	Al	Si	P	S	Cl	Particule émise lors de la désintégration $\beta^-$
Numéro atomique Z	13	14	15	16	17	
Nombre de masse A	31	32	32	32	32	
Masse (u)	30,983800	31,974148	31,973907	31,972070	31,985690	0,000549

Célérité de la lumière dans le vide :  $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Constante de Planck :  $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

Conversion d'unités :  $1 \text{ u} = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$

$1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$

$1 \text{ MeV} = 10^6 \text{ eV}$

**Q.1.** Donner la composition du noyau de phosphore  $^{32}_{15}\text{P}$ .

**Q.2.** Énoncer les lois utilisées pour écrire une équation de désintégration.

**Q.3.** Écrire l'équation de désintégration  $\beta^-$  du phosphore  $^{32}_{15}\text{P}$  et identifier le noyau fils.

**Q.4.** Montrer que, pour cette désintégration, la perte de masse  $\Delta m$  est de  $-1,288 \times 10^{-3} \text{ u}$ , puis la convertir en kg.

**Q.5.** Donner la relation permettant de calculer l'énergie libérée en fonction de la perte de masse.

**Q.6.** Calculer l'énergie libérée lors de la désintégration, exprimée en J.

Cette désintégration est suivie de l'émission d'un rayonnement  $\gamma$  d'énergie  $E_\gamma = 1,71 \text{ MeV}$ .

**Q.7.** Expliquer pourquoi cette désintégration s'accompagne d'un rayonnement  $\gamma$ .

**Q.8.** Déterminer la longueur d'onde  $\lambda$  correspondant à ce rayonnement  $\gamma$ .

## Partie B - Le sulfure d'hydrogène (10 points)

Le sulfure d'hydrogène joue un rôle important en biologie. Il est produit par la dégradation des protéines contenant du soufre et est en grande partie responsable de l'odeur fétide des excréments et des gaz, humains et animaux.

On s'intéresse aux équilibres acido-basiques relatifs au sulfure d'hydrogène  $\text{H}_2\text{S}$ .

### Données :

Les espèces chimiques  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{HS}^-$  et  $\text{S}^{2-}$  sont incolores en solution aqueuse.

$$pK_{A1}(\text{H}_2\text{S} / \text{HS}^-) = 7,0$$

$$pK_{A2}(\text{HS}^- / \text{S}^{2-}) = 13,0$$

Numéro atomique de l'atome de soufre S : Z = 16

Bleu de bromothymol :

Teinte acide	Zone de virage	Teinte basique
Jaune	6,0 à 7,6	bleu

**Q.9.** Donner la configuration électronique de l'atome de soufre.

**Q.10.** Représenter le schéma de Lewis de la molécule de sulfure d'hydrogène.

**Q.11.** En déduire la géométrie de la molécule  $\text{H}_2\text{S}$ , en utilisant la méthode de Gillespie (ou VSEPR).

On dispose d'une solution aqueuse  $\text{S}_0$  de sulfure d'hydrogène de concentration molaire  $C_0$ . Lorsqu'on y verse quelques gouttes de bleu de bromothymol, la solution devient jaune.

**Q.12.** Conclure quant au  $pH$  de la solution  $\text{S}_0$ .

**Q.13.** Identifier l'espèce majoritaire parmi  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{HS}^-$  et  $\text{S}^{2-}$  dans  $\text{S}_0$  à partir d'un diagramme de prédominance.

On procède au titrage pH-métrique d'un volume  $V_0 = 200,0 \text{ mL}$  de  $\text{S}_0$  par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ( $\text{Na}^+ + \text{HO}^-$ ) de concentration molaire  $C_1 = 1,0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ . Seule la première acidité  $\text{H}_2\text{S}$  est dosée.

Une simulation permet d'obtenir la courbe fournie en annexe, **dans le document réponse page 8/8, à rendre avec la copie**, donnant l'évolution du  $pH$  en fonction du volume  $V$  de solution d'hydroxyde de sodium versé.

**Q.14.** Écrire l'équation de la réaction support du titrage de la première acidité du sulfure d'hydrogène  $\text{H}_2\text{S}$ .

**Q.15.** Déterminer graphiquement les coordonnées du point d'équivalence, **dans le document réponse en annexe page 8/8, à rendre avec la copie**, en faisant apparaître les traits de construction.

**Q.16.** Retrouver, à partir de la courbe de titrage, le  $pK_A$  du couple  $\text{H}_2\text{S}/\text{HS}^-$ .

**Q.17.** Déterminer, en détaillant le raisonnement, la concentration molaire  $C_0$  de la solution  $\text{S}_0$ .

<b>BTS BIOANALYSES ET CONTROLES</b>		Session 2025
U22 – Sciences Physiques et Chimiques	Code : 25BAE2PC	Page : 4/8

### Partie C - Synthèse de l'éphédrine (10 points)

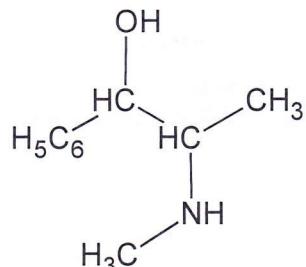
Données :

Élément	H	C	N	O	Br
Numéro atomique Z	1	6	7	8	35

L'éphédrine est issue des plantes du genre *Ephedra* (famille des Ephedraceae), utilisées depuis plus de 5000 ans par la médecine chinoise.

L'éphédrine est également utilisée dans divers pays pour le traitement de l'asthme, de l'obésité ou lors d'interventions chirurgicales pour maintenir une pression artérielle haute.

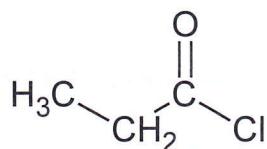
L'éphédrine naturelle est la 1-phényl-2-(N-méthyl)-aminopropan-1-ol de configuration absolue à déterminer ultérieurement. Sa synthèse est réalisée depuis 1923 et sa formule semi-développée est :



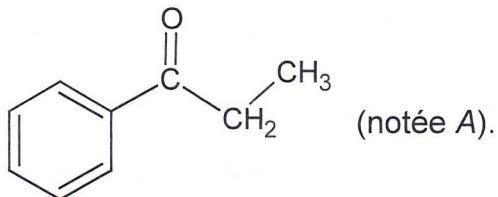
La synthèse de l'éphédrine s'effectue en quatre étapes.

#### Première étape

En présence de trichlorure d'aluminium  $\text{AlCl}_3$ , on fait réagir du benzène avec du chlorure de propanoyle, dont la formule semi-développée est donnée ci-dessous :



On obtient la propiophénone



**Q.18.** Préciser le rôle de  $\text{AlCl}_3$ .

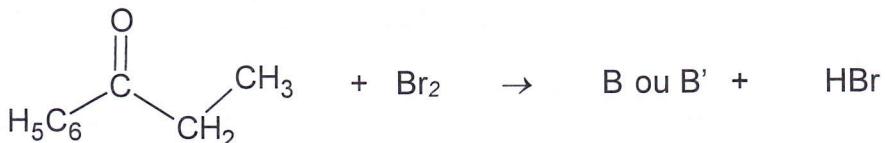
**Q.19.** Écrire l'équation de la réaction du benzène avec le chlorure de propanoyle, en utilisant les formules semi-développées.

**Q.20.** Choisir dans les listes suivantes les deux termes caractérisant cette réaction :

- addition – substitution – élimination  
nucléophile – électrophile – radicalaire

## Deuxième étape

La propiophénone est traitée avec du dibrome sous l'action de rayonnements ultraviolets (UV). On obtient les molécules isomères B ou B' selon l'équation de la réaction suivante :



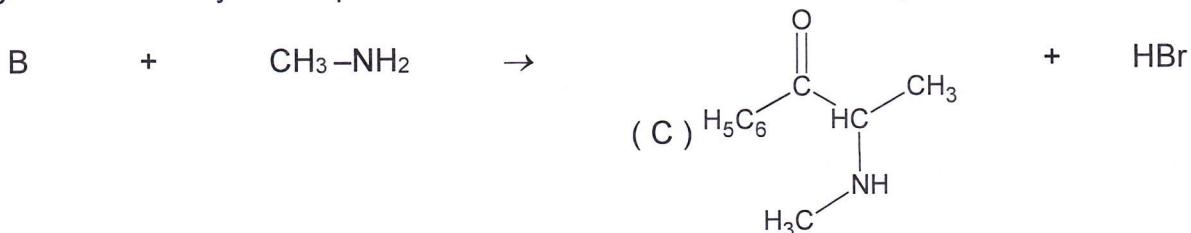
Le produit majoritaire B de la réaction possède un carbone asymétrique.

**Q.21.** Donner la définition d'un carbone asymétrique.

**Q.22.** Écrire les formules semi-développées de B et de B', sachant que le groupe  $\text{C}_6\text{H}_5$  ne réagit pas dans les conditions de cette expérience.

## Troisième étape

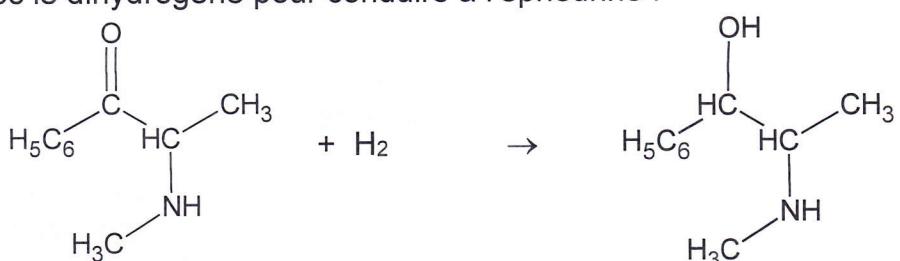
B réagit avec la méthylamine pour conduire à la molécule C selon l'équation bilan suivante :



**Q.23.** Recopier la molécule C et entourer les groupes caractéristiques ; nommer les fonctions organiques (ou familles fonctionnelles) correspondantes.

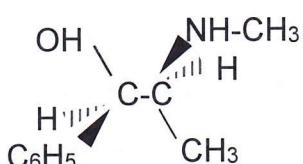
## Quatrième étape

Enfin, C réagit avec le dihydrogène pour conduire à l'éphédrine :



**Q.24.** Recopier sur la copie la molécule d'éphédrine et repérer par un astérisque le (ou les) carbone(s) asymétriques.

**Q.25.** Recopier sur la copie la molécule ci-dessous et déterminer les configurations absolues (R ou S) du (ou des) carbone(s) asymétrique(s) en précisant les règles utilisées.



## Partie D - Contrôle d'un sirop de sucre (10 points)

Afin de lutter contre l'obésité, il est essentiel d'indiquer sur les produits alimentaires la teneur en sucre. Un laboratoire d'analyse souhaite vérifier la teneur en saccharose d'un sirop de sucre, aussi appelé « sirop simple » ou « sirop blanc », à l'origine de la fabrication d'un sirop aromatisé.

Un fournisseur de sirop de sucre annonce sur l'étiquette du produit une composition en masse de saccharose de 65 g pour 100 g de sirop, à 5% près. Le laboratoire d'analyse souhaite vérifier cette teneur par réfractométrie.

Afin de faire son analyse, le technicien effectue dans un premier temps une dilution au dixième de la solution commerciale de sirop de sucre  $S_0$ . La solution préparée est appelée  $S_i$  (solution inconnue) dans la suite de l'exercice.

Le technicien prépare ensuite une gamme de solutions étalon de saccharose à partir d'une solution mère de concentration  $200 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ . Il mesure ensuite l'indice de réfraction de chacune des solutions préparées, ainsi que l'indice de réfraction de la solution inconnue  $S_i$ .



Les résultats sont regroupés dans le tableau ci-dessous :

Concentration $C (\text{g}\cdot\text{L}^{-1})$	200	150	100	75	50	Solution inconnue $S_i$
Indice de réfraction $n$	1,3620	1,3545	1,3475	1,3435	1,3405	1,3427

On suppose que dans les conditions de l'expérience, la relation entre l'indice de réfraction et la concentration s'écrit sous la forme :

$$n = n_0 + a \times C$$

Avec  $C$  la concentration massique en saccharose et  $n_0$  l'indice de réfraction du solvant, ici l'eau.

**Q.26.** Montrer, soit à partir d'une régression linéaire dont toutes les caractéristiques seront précisées sur la copie, soit en utilisant la feuille de papier millimétré, que la relation précédente est bien vérifiée.

***La feuille de papier millimétré sera à rendre avec la copie si elle est utilisée.***

**Q.27.** En déduire les valeurs des coefficients  $a$  et  $n_0$  en précisant leurs unités.

**Q.28.** Montrer que la concentration massique de la solution inconnue est de l'ordre de  $C_i = 67 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ .

**Q.29.** En déduire la concentration massique  $C_0$  de la solution commerciale  $S_0$  de sirop de sucre.

**Q.30.** En admettant que 100 mL de sirop pèse 105 g, déterminer, en détaillant le raisonnement, la masse de saccharose contenue dans 100 g de sirop.

**Q.31.** Indiquer, en justifiant, si la valeur obtenue est conforme à l'indication du fabricant.

## Document réponse de l'exercice B à rendre avec la copie

**Titrage pH-métrique d'une solution aqueuse  $S_0$  de sulfure d'hydrogène par une solution d'hydroxyde de sodium (courbe simulée).**

