Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
formav.co/explorer

BTS A.E.A. - Sciences physiques

Session 2005 • Code sujet : **29NB05** • Durée : **Durée non indiquée**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Acoustique de la cantine** (8 questions) — **Page 3**
2. **Mesure de l'éclairage zénithal** (7 questions) — **Page 6**
3. **Habillage de la cantine et conduction thermique** (3 questions) — **Page 9**
4. **Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 10**

Sujet officiel (PDF) : https://btsera.fr/assets/annales/bts-era/E3.2 - Physique-Chimie/2005/BTS ERA - E3.2 - Physique-Chimie - Session 2005 - 1-Sujet.pdf

1. Acoustique de la cantine

L'étude concerne une salle de restauration de 14 m sur 10 m et de 5 m de hauteur, avec une porte vitrée, des murs et un plafond en béton, ainsi qu'un sol carrelé. Les candidats évaluent la réverbération à partir des coefficients d'absorption fournis, dimensionnent un traitement du plafond en laine de roche et analysent des mesures acoustiques.

Question 1. Définir la durée de réverbération TR d'un local.

La durée de réverbération $\mathbf{T_R}$ est le temps nécessaire, après l'arrêt de la source sonore, pour que le niveau sonore décroisse de 60 dB. Elle caractérise la persistance du son dans le local, due aux réflexions successives sur les parois. Plus cette durée est longue, plus le son reste audible après l'arrêt de l'émission.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> T_R est le temps de décroissance de 60 dB après l'arrêt de la source.

Question 2. À partir de la formule de Sabine TR = 0,16 V/A, préciser la signification de TR, V et A, ainsi que l'unité de chacun.

Dans la formule de Sabine $\mathbf{T_R = 0{,}16\ V/A}$, T_R est la durée de réverbération, V le volume du local et A sa surface d'absorption équivalente. Pour que la formule donne T_R en secondes, V s'exprime en mètres cubes et A en mètres carrés sabin. Le coefficient 0,16 est celui de la formule dans ces unités.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> T_R en s ; V en m³ ; A en m² sabin.

Question 3. Sans aménagement acoustique, calculer la durée de réverbération de la salle vide à 1 kHz, puis déterminer si le cadre législatif est respecté.

Le volume est le produit des dimensions de la salle. Les murs représentent le périmètre multiplié par la hauteur, moins la porte vitrée. L'absorption équivalente est la somme des surfaces multipliées par leurs coefficients d'absorption, puis la formule de Sabine donne T_R. La réglementation impose une valeur entre 0,6 s et 1,2 s aux fréquences concernées.

Surface	Calcul	Résultat
Volume	14 × 10 × 5	700 m³
Murs en béton	2 × (14 + 10) × 5 − 3 × 4	228 m²
Plafond et sol	14 × 10 chacun	140 m² chacun
Porte vitrée	3 × 4	12 m²

A = 0,03 × (228 + 140) + 0,04 × 140 + 0,12 × 12 = 18,08 m² sabin. Donc T_R = 0,16 × 700 / 18,08 ≈ 6,19 s : la limite maximale est dépassée.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$T_R \approx 6{,}19$ s : la réglementation n'est pas respectée.

a)

Question 4.a. Pour ramener le temps de réverbération à 1 s à 1 kHz en recouvrant une partie du plafond de laine de roche Protisol, calculer la nouvelle surface d'absorption équivalente A'.

La formule de Sabine relie la durée de réverbération à la surface d'absorption équivalente : $T_R = 0{,}16\ V/A'$. Pour obtenir $T_R = 1$ s, on isole A' et on utilise le volume calculé pour la salle, soit 700 m³. La surface recherchée est donc $0{,}16 \times 700 / 1 = 112$ m² sabin.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$A' = 112$ m² sabin.

b)

Question 4.b. Exprimer A' en fonction des coefficients d'absorption et des différentes surfaces.

La surface d'absorption équivalente s'obtient en additionnant, pour chaque matériau, le produit de son coefficient par sa surface. Le plafond traité est en Protisol ; le plafond restant est en béton. Les murs en béton excluent la porte vitrée. Le sol reste entièrement carrelé et la porte vitrée conserve son coefficient propre.

Élément	Surface	Coefficient
Murs en béton	228 m²	α_b
Plafond en béton	$140 - S_p$	α_b
Sol carrelé	140 m²	α_c
Porte vitrée	12 m²	α_v
Plafond traité	S_p	α_p

$A' = \alpha_b(228 + 140 - S_p) + 140\alpha_c + 12\alpha_v + \alpha_p S_p$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$A' = \alpha_b(368 - S_p) + 140\alpha_c + 12\alpha_v + \alpha_p S_p$.

c)

Question 4.c. Déduire l'expression littérale de la surface de plafond Sp à traiter pour obtenir l'amélioration recherchée, puis calculer sa valeur numérique.

On regroupe les termes constants de l'expression de A′, puis on isole S_p : **$S_p = [A' - \alpha_b(228 + 140) - 140\alpha_c - 12\alpha_v] / (\alpha_p - \alpha_b)$**. Avec A′ = 112 m² sabin, $\alpha_b = 0{,}03$, $\alpha_c = 0{,}04$, $\alpha_v = 0{,}12$ et $\alpha_p = 1$, on trouve environ 96,8 m². Cette valeur est inférieure aux 140 m² de plafond disponibles.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $S_p \approx 96{,}8$ m² de plafond à traiter.

a)

Question 5.a. À partir du graphique des durées de réverbération mesurées en fonction des fréquences, déterminer si le cahier des charges législatif est respecté.

Le cahier des charges exige un temps de réverbération compris entre 0,6 s et 1,2 s dans les bandes d'octave centrées sur 500, 1 000 et 2 000 Hz. Sur le graphique, les valeurs lues à ces trois fréquences sont proches de 1,0 s. Elles restent toutes dans l'intervalle réglementaire. Le cahier des charges est donc respecté pour les fréquences vérifiées.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Oui : les valeurs à 500, 1 000 et 2 000 Hz respectent l'intervalle de 0,6 à 1,2 s.

b)

Question 5.b. Indiquer ce qui se passe lorsque des tables et des chaises sont ajoutées au local vide où les mesures ont été effectuées.

Les tables et les chaises ajoutent des surfaces absorbantes dans la salle. La surface d'absorption équivalente A augmente donc. D'après la formule de Sabine, à volume inchangé, une augmentation de A entraîne une diminution de T_R. La réverbération sera ainsi plus courte une fois le mobilier installé ; sa valeur précise dépend de l'absorption effective du mobilier.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le mobilier augmente l'absorption et diminue la durée de réverbération.

2. Mesure de l'éclairage zénithal

L'éclairage de l'agora centrale est étudié à partir de la lumière naturelle qui traverse des zones translucides du plafond. Un montage électronique mesure, à différentes heures, les tensions associées à deux zones et permet de comparer leur éclairement à la valeur recommandée pour une cantine.

Question 1. Nommer le composant optoélectronique présent dans le montage représenté.

Le symbole placé sous les flèches lumineuses représente un composant photosensible. Il convertit la lumière reçue en un courant électrique, ensuite exploité par le montage à amplificateur opérationnel. Ce composant est une photodiode.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Photodiode.

a)

Question 2.a. En supposant l'amplificateur opérationnel idéal et son fonctionnement linéaire, établir la relation entre ses tensions d'entrée V_e^+ et V_e^-.

En régime linéaire, la sortie de l'amplificateur opérationnel fonctionne avec une contre-réaction. Pour un amplificateur idéal, le gain en boucle ouverte est infini et la tension différentielle d'entrée est nulle. Les potentiels des deux entrées sont donc égaux : la tension non-inverseuse est égale à la tension inverseuse.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $V_e^+ = V_e^-$.

b)

Question 2.b. Déterminer la relation entre la tension V_e^+ et le courant I.

Dans le modèle idéal, aucun courant ne pénètre dans l'entrée non-inverseuse de l'amplificateur. Le courant I fourni par le composant traverse donc entièrement la résistance R, reliée entre cette entrée et la masse. Avec la loi d'Ohm, la tension de l'entrée vaut le produit de la résistance par le courant.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $V_e^+ = R \cdot I$.

c)

Question 2.c. Déterminer la relation entre Vs, V_e^-, R1 et R2.

L'entrée inverseuse ne consomme aucun courant. Le même courant traverse donc les résistances R_1 et R_2, montées en série entre la sortie et la masse. La tension V_e^- est la tension aux bornes de R_2 : $I = V_e^-/R_2$. La sortie ajoute à cette tension la chute de tension aux bornes de R_1.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $V_s = (1 + R_1/R_2) \cdot V_e^-$.

d)

Question 2.d. Déduire des relations précédentes que Vs = (1 + R1/R2) · R · I.

La relation de l'amplificateur idéal donne $V_e^- = V_e^+$. D'après la résistance R, $V_e^+ = R \cdot I$. En substituant ces deux résultats dans la relation de sortie, on exprime directement V_s en fonction de R_1, R_2, R et I.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $V_s = (1 + R_1/R_2) \cdot R \cdot I$.

Question 3. Sachant que le dispositif vérifie Vs = k · E, où E est l'éclairement, indiquer quelle propriété du composant optoélectronique on peut en déduire.

Les résistances et le gain de l'amplificateur étant constants, la relation obtenue en 2.d montre que V_s est proportionnelle au courant I. Or l'énoncé indique que V_s est aussi proportionnelle à l'éclairement E. On en déduit que le courant produit par la photodiode varie proportionnellement à l'éclairement reçu : sa réponse est linéaire.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le courant de la photodiode est proportionnel à l'éclairement.

Question 4. Avec k = 2,3 × 10^{-2} V/lux et un éclairement recommandé de 300 lux, exploiter les mesures des zones A et B pour justifier laquelle convient aux repas pris entre 12 h et 13 h.

Zone	V_s à 12 h	V_s à 12 h 30	V_s à 13 h
A	7,5 V	8 V	7 V
B	5,5 V	6 V	6,5 V

Le seuil correspondant à 300 lux vaut $V_s = kE = 2{,}3 \times 10^{-2} \times 300 = 6{,}9$ V. Sur toute la période des repas, les trois mesures de la zone A dépassent ce seuil. Celles de la zone B restent inférieures.

✓ RÉPONSE À RETENIR

La zone A convient entre 12 h et 13 h.

3. Habillage de la cantine et conduction thermique

La partie examine le ressenti thermique associé au choix d'un habillage en bois ou en métal, au moyen d'un modèle de contact entre deux matériaux de même épaisseur. Les candidats utilisent la loi de Fourier et les résistances thermiques pour comparer la température de contact entre la main et des plaques de bois ou d'acier inoxydable.

Question 1. Pour le modèle de contact entre deux matériaux de même épaisseur, la loi de Fourier est donnée par ΔT = Rφ et la résistance surfacique par R = e/λ. Préciser ce que représentent e et λ, ainsi que leurs unités.

Dans la loi de Fourier, **e** désigne l'épaisseur traversée par la chaleur, en mètres (m). **λ** est la conductivité thermique du matériau : elle mesure sa capacité à conduire la chaleur. Son unité SI est le watt par mètre-kelvin, soit $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$. Ainsi, la résistance surfacique $R = e/\lambda$ s'exprime en $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

e : épaisseur en m ; λ : conductivité thermique en $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$.

Question 2. En régime permanent, donner l'expression de la résistance thermique de chacun des deux conducteurs et celle de leur association.

Pour chaque matériau, la résistance thermique surfacique est donnée par $R = e/\lambda$. On obtient donc $R_1 = e/\lambda_1$ et $R_2 = e/\lambda_2$. Le flux thermique traverse successivement les deux conducteurs, sans se diviser : les résistances sont en série et s'additionnent. La résistance surfacique de l'association vaut alors $R_{tot} = R_1 + R_2$, en $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$R_1 = e/\lambda_1$; $R_2 = e/\lambda_2$; $R_{tot} = R_1 + R_2$.

Question 3. Montrer que la température de contact Tc vérifie T1 - Tc = a(T1 - T2), exprimer a en fonction de R1 et R2, puis déduire Tc en fonction de T1, T2, λ1 et λ2. Avec les données fournies pour la main, le bois et l'acier inoxydable, calculer les températures de contact main-acier et main-bois, puis commenter.

En régime permanent, le même flux surfacique φ traverse les deux matériaux. Ainsi, $T_1 - T_c = R_1\varphi$ et $T_1 - T_2 = (R_1 + R_2)\varphi$. Donc $a = R_1/(R_1 + R_2) = \lambda_2/(\lambda_1 + \lambda_2)$, puisque les épaisseurs sont égales. Il vient $T_c = (\lambda_1 T_1 + \lambda_2 T_2)/(\lambda_1 + \lambda_2)$. Pour l'acier, $T_c \approx 290{,}6$ K ; pour le bois, $T_c \approx 303{,}7$ K. Le bois, moins conducteur, garde une surface plus proche de la température de la main et paraît moins froid.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Contact main-acier : 290,6 K. Contact main-bois : 303,7 K. Le bois paraît plus chaud au toucher.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2005)

Bilan de l'épreuve : Cette épreuve de BTS A.E.A. en sciences physiques, code 29NB05, porte sur l'aménagement intérieur d'une cantine. La session, la durée et le coefficient ne sont pas indiqués. Les deux parties indépendantes évaluent l'acoustique et son traitement, la mesure de l'éclairage naturel par un montage électronique, puis la conduction thermique au contact de la main avec du bois ou de l'acier.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- La formule de Sabine relie durée de réverbération, volume et absorption : TR = 0,16 V/A.
- La surface d'absorption équivalente est la somme des produits de chaque surface par son coefficient d'absorption.
- Un amplificateur opérationnel idéal en régime linéaire vérifie $V_e^+ = V_e^-$.
- La résistance thermique surfacique vaut R = e/λ et les résistances thermiques en série s'additionnent.

Points de vigilance & attentes du jury

- Vérifier les unités de TR, V et A avant d'appliquer la formule de Sabine.
- Inclure la porte vitrée et distinguer les surfaces selon leur matériau et leur coefficient d'absorption.
- Lire le graphique aux fréquences légales de 500, 1000 et 2000 Hz et comparer aux limites indiquées.
- En thermique, distinguer les résistances R1 et R2 et repérer correctement T1, T2 et Tc.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment utiliser la formule de Sabine pour calculer le temps de réverbération ?

Calculez le volume du local, puis la surface d'absorption équivalente en additionnant les produits surface × coefficient d'absorption. Appliquez ensuite TR = 0,16 V/A et vérifiez la cohérence des unités.

Q : Comment déduire l'éclairement à partir des tensions mesurées ?

Le sujet donne la relation Vs = kE. Pour chaque mesure, calculez E = Vs/k, puis comparez l'éclairement obtenu à la recommandation de 300 lux pendant la période des repas.

Q : Le sujet indique-t-il une durée d'épreuve ou une répartition du temps ?

Aucune durée officielle ni répartition du temps n'est indiquée sur les pages fournies. Les deux parties sont indépendantes et portent sur l'acoustique, puis sur l'éclairage et la thermique de la cantine.

Q : Quels éléments faut-il montrer dans les calculs pour répondre clairement ?

Écrivez les relations utilisées, définissez les grandeurs et leurs unités, détaillez les substitutions numériques et formulez la conclusion demandée. Justifiez les comparaisons avec les seuils, mesures ou propriétés physiques du sujet.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btsera.fr/assets/annales/bts-era/E3.2 - Physique-Chimie/2005/BTS ERA - E3.2 - Physique-Chimie - Session 2005 - 1-Sujet.pdf
Ressources BTS Étude et Réalisation d\ : Toutes les annales & corrigés • Fiches de révision complètes • Simulateur de notes d'examen

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.