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

Sciences physiques

Session 2009 • Code sujet : **CNPHY** • Durée : **2 heures** • Coefficient : **2**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Hydrodynamique : tirant d'eau et surenfoncement d'un paquebot (7 questions) **Page 3**

2. Électricité : production et gestion de l'énergie à bord d'un voilier (16 questions) **Page 6**

3. Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 11**

Sujet officiel (PDF) : https://btscicn.fr/assets/annales/bts-cicn/E3 - Mathématiques - Sciences physiques/2009/BTS CICN - E3 - Mathématiques - Sciences physiques - Session 2009 - 1-Sujet.pdf

1. Hydrodynamique : tirant d'eau et surenfoncement d'un paquebot

Un paquebot assimilé à un parallélépipède flotte dans un canal dont la profondeur est donnée. L'étude détermine son tirant d'eau au repos, puis relie l'écoulement sous la coque au surenfoncement en mouvement et aux risques de navigation en zone peu profonde.

Paquebot immobile

Question 1.1. Calculer le tirant d'eau h du paquebot à partir de sa masse, de ses dimensions et de la masse volumique de l'eau de mer.

À l'équilibre, la poussée d'Archimède égale le poids : $\rho g L \ell h = M g$. Avec $M = 72\,000 \times 1\,000 = 72\,000\,000$ kg, on obtient $h = \frac{M}{\rho L \ell} = \frac{72\,000\,000}{1030 \times 290 \times 30}$. Le facteur g se simplifie.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

$h \approx 8{,}03\ \text{m}$.

Question 1.2. Exprimer l'écart de pression P_B - P_A entre le point B sous la coque et le point A à la surface libre, en fonction de ρ, g et h.

> Dans un liquide au repos, la loi hydrostatique donne une augmentation de pression $\rho g h$ entre la surface libre et la profondeur h. La pression atmosphérique, commune aux deux points, s'élimine dans la différence.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

$P_B - P_A = \rho g h$.

Paquebot en mouvement

Question 2.1. Donner un argument physique justifiant que la pression à la profondeur h + Δh lorsque le bateau avance est égale à la pression à la profondeur h lorsque le bateau est à l'arrêt.

À vitesse constante, le paquebot reste en équilibre vertical : son poids est compensé par la résultante des pressions sur la coque. La surface de la coque restant identique dans le modèle, la surpression nécessaire pour soutenir le bateau ne change pas. Cela concorde avec l'hypothèse de l'énoncé selon laquelle $P_B - P_A$ reste identique à sa valeur au repos.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

La surpression reste la même : $P_B - P_A = \rho g h$.

Question 2.2. À partir de l'équation de Bernoulli, dans le référentiel lié au paquebot et en prenant V_A = V, montrer que V_B² - V² = 2gΔh.

1. Bernoulli entre A et B : $\frac{1}{2}\rho V^2 + P_A + \rho g z_A = \frac{1}{2}\rho V_B^2 + P_B + \rho g z_B$.
2. Avec $z_A = 0$, $z_B = -(h + \Delta h)$ et $P_B - P_A = \rho g h$, on obtient $V_B^2 - V^2 = 2g[(h + \Delta h) - h]$.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $V_B^2 - V^2 = 2g\Delta h.$

Question 2.3. À partir de l'équation de continuité et des sections H × ℓ et (H - h - Δh) × ℓ, montrer que V_B = V / [1 - (h + Δh)/H].

Section	Débit volumique
En amont	$VH\ell$
Sous la coque	$V_B(H - h - \Delta h)\ell$

La conservation du débit donne $VH\ell = V_B(H - h - \Delta h)\ell$. En simplifiant puis en isolant V_B, on obtient la relation demandée.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $V_B = \frac{V}{1 - \frac{h+\Delta h}{H}}$.

Question 2.4. À partir des deux relations précédentes, donner l'expression de V en fonction de g, H, h et Δh. Pour H = 12 m et h = 8 m, déterminer à partir de quelle vitesse le surenfoncement devient supérieur à 1 m.

En posant $q = 1 - \frac{h+\Delta h}{H}$, la continuité donne $V_B = V/q$. Bernoulli conduit à $V^2(1/q^2 - 1) = 2g\Delta h$, donc $V = \sqrt{\frac{2g\Delta h}{1/q^2 - 1}}$. Pour le seuil $\Delta h = 1$ m, $q = 1 - 9/12 = 0{,}25$, d'où $V = 1{,}14\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$. La masse volumique s'élimine.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le surenfoncement dépasse 1 m pour $V > 1{,}14\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$.

Question 2.5. Déduire la conséquence pratique du surenfoncement pour la navigation des paquebots dans les zones de bas fond.

En faible profondeur, le surenfoncement réduit la garde sous quille et peut provoquer un échouement. La vitesse doit donc être adaptée aux conditions de navigation.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Réduire la vitesse en zone de bas fond afin de conserver une marge sous la coque et d’éviter l’échouement.

2. Électricité : production et gestion de l'énergie à bord d'un voilier

L'installation électrique d'un voilier associe une éolienne triphasée, un panneau solaire, des régulateurs et une batterie de 12 V. L'étude porte sur les caractéristiques des sources, la recharge et l'autonomie de la batterie, les consommations de bord et la conversion par un onduleur.

Éolienne

Question 1.1. Pour une vitesse de rotation moyenne de 400 tours par minute, déterminer la force électromotrice efficace E par phase à partir de la relation fournie.

La relation fournie est **E = 0,033n**, avec n en tours par minute. Pour n = 400 : $E = 0{,}033 \times 400 = 13{,}2\ \text{V}$ par phase.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $E = 13{,}2\ \text{V}$ par phase.

Question 1.2. La tension efficace entre phases devant être de 23 V, déterminer le couplage à réaliser pour le stator de la génératrice.

> En étoile, la tension entre phases vaut $U = \sqrt{3}E$. Avec $E = 13{,}2\ \text{V}$, on obtient $U \approx 22{,}9\ \text{V}$, ce qui correspond aux 23 V demandés. Le stator doit donc être couplé en étoile.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Couplage étoile.

Question 1.3. Calculer la fréquence f et la période T de chacune des tensions composées délivrées par la génératrice.

La génératrice étant bipolaire, elle produit un cycle par tour. À 400 tours par minute, $f = 400/60 = 6{,}67\ \text{Hz}$. La période vaut $T = 1/f = 0{,}150\ \text{s}$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $f \approx 6{,}67\ \text{Hz}$ et $T = 0{,}150\ \text{s}$.

Question 1.4. À partir du schéma de chaque phase et de l'impédance d'entrée du système, déduire l'intensité I_éol par phase.

> En étoile, chaque enroulement reçoit la tension de phase $E = 13{,}2\ \text{V}$. Le schéma donne une impédance d'entrée de $Z = 2\ \Omega$ et $\cos\varphi = 1$. Ainsi, $I_{\text{éol}} = E/Z = 13{,}2/2 = 6{,}6\ \text{A}$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$I_{\text{éol}} = 6{,}6\ \text{A}$ par phase.

Question 1.5. Déduire la puissance P_éolienne délivrée par l'éolienne à l'installation et vérifier qu'elle est de l'ordre de 260 W.

Pour les trois phases équilibrées, la puissance active vaut $P = 3EI\cos\varphi$. Avec $\cos\varphi = 1$, $P = 3 \times 13{,}2 \times 6{,}6 = 261{,}36\ \text{W}$, ce qui est bien de l'ordre de 260 W.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$P_{\text{éolienne}} \approx 261\ \text{W}$, soit environ 260 W.

Panneau solaire

Question 2. Calculer la puissance électrique fournie par le panneau lorsque l'ensoleillement est satisfaisant.

> La puissance fournie par le panneau est le produit de la tension par le courant : $P = U_p I_p$. Donc $P = 17 \times 5{,}88 = 99{,}96\ \text{W}$, soit environ 100 W en ensoleillement standard.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$P_{\text{panneau}} \approx 100\ \text{W}$.

Charge de la batterie

Question 3.1. Calculer l'énergie maximale que peut fournir la batterie lorsqu'elle est totalement chargée.

La capacité de 100 Ah correspond à un courant de 100 A fourni pendant une heure. Avec $U = 12\ \text{V}$, l'énergie maximale est $W = UIt = 12 \times 100 \times 1 = 1200\ \text{Wh}$, soit $1200 \times 3600 = 4{,}32 \times 10^6\ \text{J}$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$W_{\max} = 1200\ \text{Wh} = 4{,}32 \times 10^6\ \text{J}$.

Question 3.2. En considérant la batterie déchargée à 50 % et le rendement de chaque régulateur égal à 80 %, déterminer le temps nécessaire à sa recharge si l'éolienne et le panneau fonctionnent simultanément. Donner le résultat en secondes, puis en heures et minutes.

1. À 50 % de décharge, l'énergie à récupérer est $0{,}5 \times 1200 = 600\ \text{Wh}$.
2. La puissance utile après régulation est $0{,}8 \times (261{,}36 + 99{,}96) = 289{,}056\ \text{W}$.

3. La durée de recharge est l'énergie à restituer divisée par cette puissance.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $t \approx 7473\ \text{s}$, soit environ $2\ \text{h}\ 5\ \text{min}$.

Question 3.3. Dans les mêmes conditions, déterminer le temps de recharge par temps sans vent, lorsque seul le panneau solaire fournit de l'énergie.

La batterie doit récupérer $600\ \text{Wh}$. Sans vent, la puissance solaire utile après le régulateur est $0{,}8 \times 99{,}96 = 79{,}968\ \text{W}$. Le temps de recharge est donc $600 / 79{,}968$ heure, converti ensuite en secondes.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $t \approx 27011\ \text{s}$, soit environ $7\ \text{h}\ 30\ \text{min}$.

Utilisation de l'alimentation 12 V continue

Question 4.1. Si tous les équipements du tableau fonctionnent simultanément, calculer la puissance P_C réclamée à la batterie.

Lorsque tous les appareils fonctionnent simultanément, leurs puissances s'additionnent :

Équipement	Puissance
Feu tricolore	10 W
Table à cartes	6 W
Veilleuses couchettes	2 × 6 W
Chauffage	40 W
Pilote automatique	40 W
Éclairage du carré	20 W

La puissance totale est $128\ \text{W}$.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $P_C = 128\ \text{W}$.

Question 4.2. Déduire l'intensité du courant I_cc appelée par les équipements lorsqu'ils fonctionnent simultanément.

La tension de la batterie est $12\ \text{V}$. Avec $P_C = U I_{cc}$, l'intensité appelée simultanément par les équipements vaut $I_{cc} = 128/12 = 10{,}67\ \text{A}$.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $I_{cc} \approx 10{,}7\ \text{A}$.

Question 4.3. En supposant que la tension aux bornes de la batterie reste autour de 12 V, déterminer au bout de combien de temps le régulateur réenclenche la recharge, sachant que la décharge maximale ne peut dépasser 50 %. Donner le résultat en secondes, puis en heures et minutes.

La décharge maximale autorisée est de 50 Ah, soit une énergie utilisable de $12 \times 50 = 600\ \text{Wh}$. Sous une puissance consommée de 128 W, le temps avant réenclenchement vaut $t = 600/128 = 4{,}6875\ \text{h}$, soit 16 875 s.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Réenclenchement après $16\,875\ \text{s}$, soit $4\ \text{h}\ 41\ \text{min}\ 15\ \text{s}$.

Question 4.4. Calculer en joules et en Wh l'énergie consommée par l'installation de bord sur une journée. Dans des conditions météorologiques optimales, déterminer si la charge de la batterie est active tous les jours et justifier la réponse.

Chaque énergie quotidienne se calcule par $E = Pt$.

Équipement	Énergie quotidienne
Feu tricolore	80 Wh
Table à cartes	6 Wh
Veilleuses couchettes	12 Wh
Chauffage	40 Wh
Pilote automatique	480 Wh
Éclairage du carré	60 Wh

Le total de 678 Wh dépasse les 600 Wh utilisables avant la limite de décharge : une recharge est donc nécessaire chaque jour.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $W_C = 678\ \text{Wh} = 2\,440\,800\ \text{J}$. Oui, une recharge est nécessaire quotidiennement.

Onduleur « pur sinus »

Question 5.1. Identifier le type de convertisseur que constitue l'onduleur.

L’appareil reçoit une tension continue de la batterie et produit une tension alternative sinusoïdale. C’est un convertisseur continu-alternatif, appelé onduleur.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Convertisseur continu-alternatif.

Question 5.2. Indiquer le rôle de l'onduleur dans l'installation.

> L’onduleur transforme la tension continue de la batterie en tension alternative sinusoïdale. Associé au transformateur, il permet d’alimenter des appareils nécessitant une tension de 220 V efficace.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Il convertit le continu en alternatif sinusoïdal, ensuite adapté à 220 V par le transformateur.

Question 5.3. La tension de sortie de l'onduleur étant sinusoïdale, déterminer sa valeur efficace V_ond lorsque son alimentation est assurée par la batterie et que V_ondmax = V_cc.

Pour une tension sinusoïdale, la valeur efficace vaut la valeur maximale divisée par $\sqrt{2}$. Comme $V_{\text{ond,max}} = V_{cc} = 12\ \text{V}$, on obtient $V_{\text{ond}} = 12/\sqrt{2} = 8{,}49\ \text{V}$.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $V_{\text{ond}} \approx 8{,}5\ \text{V}$ efficace.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2009)

Bilan de l'épreuve : Cette épreuve de sciences physiques du BTS Construction navale, session 2009, code CNPHY, dure 2 heures et a un coefficient 2. Ses deux parties indépendantes, notées chacune sur 10 points, étudient le surenfoncement d'un paquebot en canal et la production électrique d'un voilier par éolienne et panneau solaire. Les compétences mobilisées concernent l'hydrodynamique, l'électricité, les puissances et les bilans d'énergie.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- À l'équilibre d'un corps flottant, le poids égale la poussée d'Archimède : Mg = ρgV immergé.
- En écoulement permanent d'un fluide parfait, Bernoulli relie pression, vitesse et altitude.
- Pour trois phases équilibrées, la puissance active vaut P = 3 U_phase I_phase cos φ.
- Pour une batterie à tension constante, l'énergie s'obtient par W = UIt, en utilisant des unités cohérentes.

Points de vigilance & attentes du jury

- Convertir la masse du paquebot en kilogrammes et vérifier les unités des calculs de flottabilité.
- Dans la continuité, distinguer la vitesse du bateau de celle de l'eau et utiliser les sections indiquées.
- Ne pas confondre tension simple par phase et tension composée lors du choix du couplage étoile ou triangle.
- Intégrer le rendement des régulateurs et la limite de décharge de 50 % dans les calculs d'autonomie et de recharge.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer le tirant d'eau à partir de la masse du paquebot ?

À l'équilibre, le poids du paquebot égale la poussée d'Archimède. Le volume immergé du parallélépipède vaut L × ℓ × h. En égalant Mg et ρgLℓh, on isole h et on vérifie que les unités sont cohérentes.

Q : Comment choisir entre un couplage étoile et un couplage triangle pour l'alternateur ?

Comparez la tension efficace exigée entre phases à celle de chaque enroulement. En étoile, la tension composée vaut √3 fois la tension simple. En triangle, la tension entre phases est égale à la tension aux bornes d'un enroulement.

Q : Comment organiser son temps pour cette épreuve de deux heures ?

Les deux parties sont indépendantes et valent chacune 10 points. Répartissez le temps de façon équilibrée, puis gardez une marge pour vérifier les conversions, les unités, les justifications et la cohérence des résultats.

Q : Qu'attend le jury dans les calculs et les réponses numériques ?

Le sujet indique que la clarté du raisonnement et la qualité de la rédaction comptent dans l'appréciation. Présentez les relations utilisées, les substitutions numériques, les unités et une conclusion adaptée à chaque question.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btscicn.fr/assets/annales/bts-cicn/E3 - Mathématiques - Sciences physiques/2009/BTS CICN - E3 - Mathématiques - Sciences physiques - Session 2009 - 1-Sujet.pdf
Ressources BTS Conception et Industrialisation en Construction Navale : 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.