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 consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du BP ATPS, veuillez visiter :
bpatps.fr/annales-sujets-et-corriges

Sciences Physiques

Session 2003 • Code sujet : **U 40** • Durée : **3 heures** • Coefficient : **2**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Équilibre d’un panneau maintenu par un câble (7 questions) **Page 3**

2. Moment d’une force et utilisation d’une rallonge (2 questions) **Page 6**

3. Butane : propriétés, combustion, énergie et monoxyde de carbone (14 questions) **Page 7**

4. Corps humain et sécurité électrique (4 questions) **Page 12**

5. Ce qu’il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 14**

Sujet officiel (PDF) : https://bpatps.fr/assets/annales/bp-atps/U40 - Sciences/2003/BP ATPS - U40 - Sciences - Session 2003 - 3-Sujet.pdf

1. Équilibre d’un panneau maintenu par un câble

Un panneau indiquant la sortie d’un bâtiment est fixé au mur en B et maintenu par le câble AC, incliné de 30° sur le schéma. Il faut étudier les forces appliquées au panneau et déterminer leurs caractéristiques à l’aide d’un dynamique des forces.

Question 1. Calculer l’intensité du poids du panneau de masse 20 kg, avec g = 10 N/kg.

Le poids est la force de gravité exercée sur le panneau. Son intensité se calcule avec la relation poids = masse × intensité de la pesanteur. Les données sont m = 20 kg et g = 10 N/kg, donc P = 20 × 10 = 200 N. Cette valeur sera utilisée pour construire le dynamique des forces et compléter le tableau.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Poids du panneau : 200 N.

Question 2. Nommer les trois forces qui s’exercent sur le panneau.

Le panneau est soumis à trois actions mécaniques. La Terre exerce son poids, appliqué en son centre de gravité G. Le câble exerce une traction au point C, dirigée le long du câble AC. Enfin, la fixation au mur exerce une réaction au point B. Ces trois forces se compensent lorsque le panneau est immobile et en équilibre.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Poids en G, traction du câble AC en C et réaction de la fixation en B.

Question 3. Donner les conditions d’équilibre du panneau.

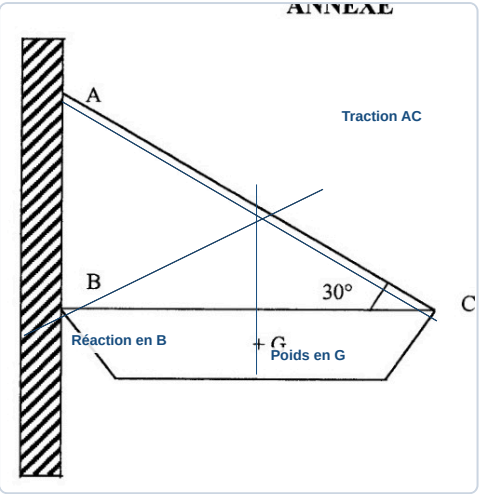
À l’équilibre, la résultante des forces appliquées au panneau est nulle : leurs composantes se compensent. La somme des moments par rapport à tout axe est également nulle, ce qui empêche la rotation. Ici, les trois forces ne sont pas parallèles : leurs droites d’action doivent donc être concourantes et former un triangle fermé lorsqu’elles sont placées bout à bout.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Résultante des forces nulle et somme des moments nulle : le triangle des forces est fermé.

Question 4. Tracer sur le schéma de l’annexe les droites d’action des trois forces.

La droite d’action du poids est la verticale passant par G, orientée vers le bas. La traction agit suivant le câble AC, orientée de C vers A. Pour un solide soumis à trois forces en équilibre, leurs droites d’action sont concourantes : la réaction en B se trace donc sur la droite reliant B au point d’intersection de la verticale en G et du câble AC.

Droites d’action des trois forces



✓ RÉPONSE À RETENIR

Tracer la verticale en G, la droite AC et la droite d’action de la réaction passant par B et leur intersection.

Question 5. Reproduire et compléter le tableau des caractéristiques des forces : point d’application, direction, sens et intensité.

Le point G est au milieu de BC sur le schéma. En prenant les moments en B, la réaction en B n’intervient pas. Le câble fait 30° avec l’horizontale : la relation des moments donne une traction de 200 N. La fermeture du triangle des forces donne une réaction de 200 N, dirigée à 30° au-dessus de l’horizontale, vers la droite.

Force	Point d’application	Direction	Sens	Intensité
Poids P	G	Verticale	Vers le bas	200 N
Réaction	B	À 30° de l’horizontale	Vers le haut et la droite	200 N
Traction du câble	C	Suivant AC, à 30° de l’horizontale	De C vers A	200 N

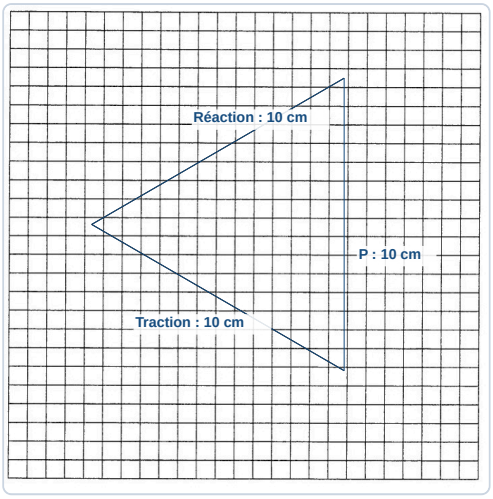
✓ RÉPONSE À RETENIR

P : 200 N ; réaction en B : 200 N ; traction en C : 200 N.

Question 6. Tracer le dynamique des forces sur l’annexe en utilisant l’échelle : 1 cm représente 20 N.

À l’échelle indiquée, 1 cm représente 20 N. Chaque force ayant une intensité de 200 N, chaque vecteur mesure 10 cm. Tracer les vecteurs bout à bout pour obtenir un triangle fermé : le poids vertical vers le bas, la traction parallèle à AC vers le haut et la gauche, puis la réaction vers le haut et la droite. Le triangle est équilatéral.

Dynamique des forces, échelle 1 cm pour 20 N



✓ RÉPONSE À RETENIR

Triangle fermé : trois côtés de 10 cm, soit 200 N par force.

Question 7. À l'aide du dynamique des forces, déterminer les intensités des forces manquantes et les reporter dans le tableau.

Le dynamique se ferme avec trois côtés de 10 cm. La lecture s'effectue en multipliant chaque longueur mesurée par 20 N/cm, conformément à l'échelle donnée. On obtient 200 N pour le poids, déjà calculé, et 200 N pour chacune des deux forces inconnues. Ces valeurs complètent les intensités du tableau des caractéristiques.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Traction du câble : 200 N ; réaction en B : 200 N.

2. Moment d’une force et utilisation d’une rallonge

Pierre veut dévisser un poteau d’incendie à l’aide d’une clé plate et exerce à son extrémité une force perpendiculaire de 100 N. La distance à l’axe de rotation est de 55 cm et une rallonge de 30 cm est proposée pour réduire l’effort.

Question 1. Calculer le moment de la force de 100 N par rapport à l’axe de rotation, sachant que la distance entre l’extrémité de la clé et l’axe est de 55 cm.

La force est perpendiculaire à la clé, donc le bras de levier est la distance entre l’axe et le point d’application. En mètres, cette distance vaut 55 cm = 0,55 m. Le moment se calcule par la relation : moment = force × bras de levier. On obtient donc 100 × 0,55. Le moment s’exprime en newtons-mètres (N·m).

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Moment de la force : 55 N·m par rapport à l’axe de rotation du poteau d’incendie.

Question 2. Avec une rallonge de 30 cm au bout de la clé, déterminer la force exercée par Pierre pour fournir moins d’effort.

Pour dévisser le poteau, Pierre doit conserver le même moment que précédemment, soit 55 N·m. Avec la rallonge, la distance à l’axe devient 55 cm + 30 cm, soit 0,85 m. La force reste perpendiculaire à la clé : force = moment ÷ bras de levier. Ainsi, le calcul est (100 × 0,55) ÷ (0,55 + 0,30). La force nécessaire est inférieure à 100 N.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Avec la rallonge de 30 cm, Pierre doit exercer environ 64,7 N, soit 65 N au newton près.

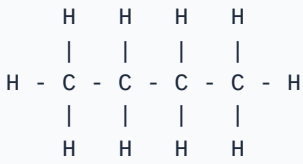
3. Butane : propriétés, combustion, énergie et monoxyde de carbone

Une bouteille contenant 13 kg de butane alimente un trépied à gaz destiné à chauffer un grand récipient d'eau. L'exercice porte sur les propriétés du butane, les bilans de matière et d'énergie de sa combustion complète, puis sur le monoxyde de carbone produit en cas de combustion incomplète et les effets d'une exposition.

Formule du butane

Question 1.a. Donner la formule chimique du butane, alcane contenant quatre atomes de carbone, puis représenter sa formule développée plane.

La formule générale d'un alcane est C_nH_{2n+2}. Avec quatre atomes de carbone, le butane a donc pour formule C_4H_{10}. Sa formule développée plane montre une chaîne de quatre carbones liés successivement, avec trois hydrogènes sur chaque carbone terminal et deux sur chaque carbone central.



✓ RÉPONSE À RETENIR

C_4H_{10}, soit CH_3-CH_2-CH_2-CH_3.

Masse molaire

Question 1.b. Calculer la masse molaire du butane à partir des masses atomiques molaires fournies.

La molécule contient quatre atomes de carbone et dix atomes d'hydrogène. En utilisant les masses molaires atomiques indiquées sur le sujet, la masse molaire du butane est la somme des contributions des deux éléments : 4 × 12 pour le carbone et 10 × 1 pour l'hydrogène. On obtient 58 g/mol.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$M(C_4H_{10}) = 58$ g/mol.

Densité

Question 1.c. Calculer la densité du butane.

La densité d'un gaz par rapport à l'air se calcule par le rapport de leurs masses molaires. Avec M(butane) = 58 g/mol et M(air) ≈ 29 g/mol, la densité vaut 58 ÷ 29 = 2. Le butane est donc environ deux fois plus dense que l'air.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Densité du butane par rapport à l'air : 2.

Combustion complète

Question 2.a. Écrire l'équation-bilan de la combustion complète du butane dans le dioxygène de l'air, sachant que les produits sont de la vapeur d'eau et du dioxyde de carbone.

Pour une combustion complète, le butane réagit avec le dioxygène. Les produits précisés par l'énoncé sont le dioxyde de carbone et la vapeur d'eau. On écrit d'abord les formules des réactifs et des produits, sans encore ajuster les coefficients : cet équilibrage est demandé séparément à la question suivante.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$C_4H_{10} + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O(g)$.

Équilibrage

Question 2.b. Équilibrer l'équation de combustion du butane.

1. Une mole de butane donne quatre moles de CO_2 et cinq moles de H_2O afin de conserver les atomes de carbone et d'hydrogène.
2. Il faut alors treize atomes d'oxygène, soit 13/2 molécules de O_2. En multipliant tous les coefficients par deux, on obtient des coefficients entiers.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$2\ C_4H_{10} + 13\ O_2 \rightarrow 8\ CO_2 + 10\ H_2O(g)$.

Quantité de butane

Question 3.a. Calculer le nombre de moles contenues dans les 13 kg de butane et arrondir le résultat à l'unité.

La masse de butane est 13 kg, soit 13 000 g. Avec une masse molaire de 58 g/mol, la quantité de matière vaut n = m/M = 13 000 ÷ 58 = 224,14 mol. L'énoncé demande un arrondi à l'unité : on inscrit 224 mol. Les calculs suivants peuvent toutefois conserver la valeur non arrondie pour limiter les écarts d'arrondi.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$n(C_4H_{10}) \approx 224$ mol.

Eau produite

Question 3.b. Pour la combustion des 13 kg de butane, calculer le nombre de moles d'eau obtenues, la masse molaire de l'eau, puis la masse d'eau produite.

L'équation équilibrée donne cinq moles d'eau par mole de butane. En conservant la quantité non arrondie de butane, $n(H_2O) = (13\,000 \div 58) \times 5 = 1\,120{,}69$ mol. La masse molaire de l'eau vaut $2 \times 1 + 16 = 18$ g/mol. La masse produite est donc 20 172 g, soit environ 20,17 kg.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $n(H_2O) \approx 1\,120{,}69$ mol ; $M = 18$ g/mol ; $m \approx 20{,}17$ kg.

Dioxyde de carbone produit

Question 3.c. Pour cette combustion, calculer le nombre de moles de dioxyde de carbone obtenues, sa masse molaire, puis la masse correspondante.

Une mole de butane produit quatre moles de dioxyde de carbone. Ainsi, $n(CO_2) = (13\,000 \div 58) \times 4 = 896{,}55$ mol. La masse molaire du CO_2 est $12 + 2 \times 16 = 44$ g/mol. La masse correspondante est 39 448 g, soit environ 39,45 kg.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $n(CO_2) \approx 896{,}55$ mol ; $M = 44$ g/mol ; $m \approx 39{,}45$ kg.

Dioxygène et air nécessaires

Question 3.d. Calculer le nombre de moles et le volume de dioxygène nécessaires à la combustion, puis le volume d'air correspondant sachant que l'air contient 21 % de dioxygène. Donner le volume d'air en m³.

La réaction consomme 13/2 moles de dioxygène par mole de butane. Il faut donc $(13\,000 \div 58) \times 6{,}5 = 1\,456{,}90$ mol de O_2, soit 32 634,48 L avec le volume molaire de 22,4 L/mol. Le dioxygène constituant 21 % de l'air, le volume d'air nécessaire est d'environ 155,4 m³.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> O_2 : 1 456,90 mol, soit 32 634,48 L ; air : environ 155,4 m^3.

Énergie par mole

Question 4.a. À l'aide de la relation $Q_n = 890 + (n - 1) \times 655$, calculer la quantité d'énergie Q_4 libérée par la combustion complète d'une mole de butane.

Dans la relation donnée, n correspond au nombre d'atomes de carbone de l'alcane. Pour le butane, n = 4. On remplace cette valeur dans la formule : $Q_4 = 890 + (4 - 1) \times 655$. L'énergie libérée par la combustion d'une mole de butane est donc 2 855 kJ.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Q_4 = 2 855 kJ/mol.

Énergie totale

Question 4.b. Calculer, en kilojoules, l'énergie libérée par la combustion complète des 13 kg de butane.

La bouteille contient 13 000 ÷ 58 = 224,14 mol de butane. Chaque mole libère 2 855 kJ. En multipliant l'énergie molaire par la quantité de matière non arrondie, on obtient l'énergie totale libérée lors de la combustion complète des 13 kg de butane.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Énergie libérée : environ 639 914 kJ.

Chauffage de l'eau

Question 4.c. En utilisant l'énergie de 4,185 kJ nécessaire pour élever de 1 °C la température de 1 kg d'eau, calculer la masse d'eau qui peut être chauffée de 20 °C à 90 °C par la combustion complète des 13 kg de butane. Arrondir au kilogramme.

L'élévation de température de l'eau est 90 − 20 = 70 °C. Chaque kilogramme nécessite donc 4,185 × 70 = 292,95 kJ. En divisant l'énergie totale de la combustion, calculée avec la quantité de butane non arrondie, par cette énergie par kilogramme, on obtient environ 2 184,38 kg. L'arrondi demandé au kilogramme donne 2 184 kg.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Masse d'eau chauffée : environ 2 184 kg.

Monoxyde de carbone

Question 5.a. Dans le contexte d'une combustion incomplète due au manque d'air, donner les caractéristiques du monoxyde de carbone.

Le monoxyde de carbone, de formule CO, est produit notamment lors d'une combustion incomplète. C'est un gaz incolore et inodore, donc difficile à repérer sans détecteur. Il est très toxique et peut entraîner une intoxication grave ou la mort. Un local insuffisamment ventilé présente donc un danger important.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le CO est un gaz incolore, inodore et très toxique, potentiellement mortel.

Concentration et effets du CO

Question 5.b. À partir du graphique reliant la concentration en monoxyde de carbone à la durée de séjour et aux symptômes, analyser les effets d'une exposition à 1 000 ppm, 2 000 ppm et 3 000 ppm.

Le graphique montre que les effets s'aggravent lorsque la concentration ou la durée d'exposition augmente. Vers 1 000 ppm, les symptômes deviennent préoccupants lors d'une exposition prolongée. Vers 2 000 ppm, les symptômes graves et le risque mortel apparaissent plus rapidement. Vers 3 000 ppm, le graphique place une exposition de courte durée dans une zone de risque mortel. Les durées se lisent approximativement sur le graphique.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> À 1 000, 2 000 puis 3 000 ppm, le danger augmente et le risque mortel apparaît de plus en plus rapidement.

4. Corps humain et sécurité électrique

Le corps humain est modélisé par une résistance de 2 500 Ω, avec un risque indiqué lorsque le courant efficace qui le traverse dépasse 10 mA. Les questions portent sur le courant lors d'un contact direct, la tension maximale sans risque et les dispositifs de protection des personnes et des appareils.

Question 1. En cas de contact direct avec la phase et le sol, ou avec la phase et le neutre, calculer le courant efficace traversant la personne pour une tension efficace du réseau de 220 V.

Par la loi d'Ohm, le courant efficace traversant le corps vaut **$I = U_{eff}/R_h = 220/2\,500 = 0{,}088$ A**, soit 88 mA. Cette intensité dépasse le seuil de risque de 10 mA donné dans l'énoncé.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> **$I_{eff} = 88$ mA**

Question 2. Calculer la valeur maximale Umax de la tension alternative permettant à une personne de ne courir aucun risque.

Le courant limite indiqué est de 10 mA, soit 0,010 A. Avec la résistance corporelle de 2 500 Ω, la loi d'Ohm donne **$U_{eff,max} = R_h \times I = 2\,500 \times 0{,}010 = 25$ V**. Cette valeur correspond à la tension efficace maximale dans le modèle de l'exercice, puisque le risque est défini à partir du courant efficace.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> **$U_{max} = 25$ V efficaces**

Question 3. Parmi les fusibles calibrés et le disjoncteur différentiel, indiquer quel élément assure la sécurité des personnes et lequel assure la sécurité des appareils.

Chaque dispositif répond à un risque différent :

- **Personnes :** le disjoncteur différentiel détecte un courant de fuite et coupe l'alimentation.
- **Appareils :** les fusibles calibrés protègent contre les surintensités, notamment lors d'une surcharge ou d'un court-circuit.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Personnes : **disjoncteur différentiel**. Appareils : **fusibles calibrés**.

Question 4. Identifier le troisième élément d'une prise destinée à un appareil à carcasse métallique, en plus de la phase et du neutre, puis expliquer son rôle.

Le troisième élément est la **borne de terre**, reliée à la carcasse métallique par le conducteur de protection.

En cas de défaut d’isolement, ce conducteur permet au courant de défaut de s’écouler vers la terre et favorise la coupure par le disjoncteur différentiel. Il protège ainsi contre le risque de choc électrique.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> **La terre** évacue le courant de défaut et permet la coupure par le différentiel.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2003)

Bilan de l'épreuve : Cette épreuve de Sciences Physiques du Brevet professionnel Agent Technique de Prévention et de Sécurité, session 2003, porte le code U 40, dure 3 heures et a un coefficient 2. Elle étudie l'équilibre d'un panneau, le moment d'une force, les propriétés et la combustion du butane, les risques du monoxyde de carbone et la sécurité électrique, à travers des calculs, des représentations et l'analyse d'un graphique.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Le poids se calcule par P = m × g et s'exprime en newtons.
- Pour une force perpendiculaire au bras de levier, le moment vaut M = F × d.
- L'équation de combustion équilibrée permet d'établir les rapports de quantités de matière entre butane, dioxygène, eau et dioxyde de carbone.
- Pour le corps modélisé par une résistance, la loi d'Ohm relie tension et courant : U = R × I.

Points de vigilance & attentes du jury

- Convertir les masses et les distances dans des unités cohérentes et préciser les unités des résultats.
- Pour le panneau, respecter les points d'application, les directions, les sens et l'échelle du dynamique des forces.
- Équilibrer l'équation chimique avant d'utiliser les proportions pour calculer les quantités de matière.
- Pour le graphique du CO, relier chaque concentration à la durée d'exposition et aux symptômes indiqués.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment exploiter le dynamique des forces pour trouver les intensités inconnues ?

Tracer les forces selon leurs droites d'action et leurs sens, en respectant l'échelle. À l'équilibre, le polygone des forces se ferme. Mesurer les longueurs des vecteurs inconnus, puis les convertir en newtons grâce à l'échelle donnée.

Q : Comment calculer la force nécessaire après l'ajout d'une rallonge ?

Le moment nécessaire reste le même si le poteau doit être dévissé dans les mêmes conditions. Pour une force perpendiculaire, appliquer M = F × d en exprimant en mètres la nouvelle distance entre l'axe et le point d'application.

Q : Comment organiser le temps pendant cette épreuve de trois heures ?

Répartir le temps selon le nombre de questions et les points attribués, sans rester bloqué sur une difficulté. Garder du temps pour les conversions, les unités, l'équilibrage des équations et la vérification des réponses reportées.

Q : Quels critères de présentation et quelles valeurs faut-il respecter ?

Utiliser les données imprimées dans le sujet, montrer les formules et les étapes de calcul, et indiquer les unités. Respecter l'échelle du schéma, les consignes d'arrondi et les seuils ou concentrations précisés dans l'énoncé.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bpatps.fr/assets/annales/bp-atps/U40 - Sciences/2003/BP ATPS - U40 - Sciences - Session 2003 - 3-Sujet.pdf

Ressources BP Agent Technique de Prévention et de Sécurité : 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.