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 Froid, veuillez visiter :
bpfroid.fr/annales-sujets-et-corriges

BP FROID • CORRIGÉ DÉTAILLÉ

Physique et chimie appliquées

Session 2026 • Code sujet : **26-BP-IDFCA-E4** • Durée : **2 heures** • Coefficient : **2**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Évaluation d’une charge thermique (4 questions) **Page 3**

2. Évolution de la température lors d’une mise en froid (4 questions) **Page 5**

3. Puissance électrique et énergie consommée (3 questions) **Page 7**

4. Neutralisation d’une solution acide (4 questions) **Page 8**

5. Ce qu’il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 10**

Sujet officiel (PDF) : https://bpfroid.fr/assets/annales/bp-froid/Physique et chimie appliquées/2026/BP Froid - Physique et chimie appliquées - Session 2026 - 1-Sujet.pdf

1. Évaluation d’une charge thermique

Une enceinte frigorifique reçoit un produit de 120 kg, refroidi de 18 °C à 4 °C en deux heures, avec une capacité thermique massique donnée. Il faut calculer l’énergie à extraire et la puissance frigorifique à prévoir en ajoutant les apports thermiques des parois et des équipements.

Question 1.1. Calculer la variation de température du produit en kelvins et convertir la durée de refroidissement en secondes.

La variation algébrique de température est la température finale moins la température initiale : $\Delta T = T_f - T_i = 4 - 18 = -14\,\mathrm{K}$. Le signe négatif indique un refroidissement, soit une baisse de $14\,\mathrm{K}$. Pour convertir la durée, on utilise $1\,\mathrm{h} = 3\,600\,\mathrm{s}$. Ainsi, pour les $2\,\mathrm{h}$ de refroidissement, $t = 2 \times 3\,600 = 7\,200\,\mathrm{s}$.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Variation : $-14\,\mathrm{K}$, soit une baisse de $14\,\mathrm{K}$. Durée : $7\,200\,\mathrm{s}$.

Question 1.2. Calculer l’énergie thermique à extraire du produit et donner le résultat en kilojoules puis en mégajoules.

Pour calculer l’énergie extraite, on utilise la baisse de température, de valeur $14\,\mathrm{K}$, dans la relation $Q = mc\Delta T$. Avec $m = 120\,\mathrm{kg}$ et $c = 3{,}60\,\mathrm{kJ\,kg^{-1}\,K^{-1}}$, on obtient $Q = 120 \times 3{,}60 \times 14 = 6\,048\,\mathrm{kJ}$. Comme $1\,\mathrm{MJ} = 1\,000\,\mathrm{kJ}$, $Q = 6{,}048\,\mathrm{MJ}$, soit $6{,}05\,\mathrm{MJ}$ à trois chiffres significatifs.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Énergie à extraire : $6\,048\,\mathrm{kJ} = 6{,}05\,\mathrm{MJ}$ à trois chiffres significatifs.

Question 1.3. Calculer, en kilowatts, la puissance moyenne nécessaire au refroidissement du produit.

La puissance moyenne nécessaire est l’énergie à extraire divisée par la durée : $P = Q/t$. On reprend $Q = 6\,048\,\mathrm{kJ}$ et $t = 7\,200\,\mathrm{s}$, d’où $P = 6\,048/7\,200 = 0{,}84\,\mathrm{kJ\,s^{-1}}$. Or $1\,\mathrm{kJ\,s^{-1}} = 1\,\mathrm{kW}$. La puissance moyenne nécessaire au refroidissement du produit est donc $0{,}84\,\mathrm{kW}$.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Puissance moyenne nécessaire au refroidissement du produit : $0{,}84\,\mathrm{kW}$.

Question 1.4. Calculer la puissance frigorifique totale à prévoir en tenant compte des apports des parois et des équipements, puis présenter le résultat avec son unité.

La puissance frigorifique totale doit couvrir le refroidissement du produit et les apports thermiques des parois et des équipements. On additionne donc les trois puissances : $P_{\mathrm{tot}} = P_{\mathrm{produit}} + P_{\mathrm{parois}} + P_{\mathrm{équipements}}$. En substituant les valeurs, $P_{\mathrm{tot}} = 0{,}84 + 0{,}45 + 0{,}18 = 1{,}47\,\mathrm{kW}$. Il faut donc prévoir une puissance frigorifique totale de $1{,}47\,\mathrm{kW}$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Puissance frigorifique totale à prévoir : $1{,}47\,\mathrm{kW}$.

2. Évolution de la température lors d’une mise en froid

La température d’une enceinte en cours de mise en froid est modélisée par une fonction exponentielle et comparée à cinq mesures expérimentales présentées dans un tableau et sur un graphique. Les questions portent sur la dérivée, les variations, le franchissement du seuil de 5 °C et le temps nécessaire pour atteindre ce seuil selon le modèle.

Question 2.1. Calculer la dérivée de la fonction température, donner son signe pour t ≥ 0 et en déduire le sens de variation de la température pendant la mise en froid.

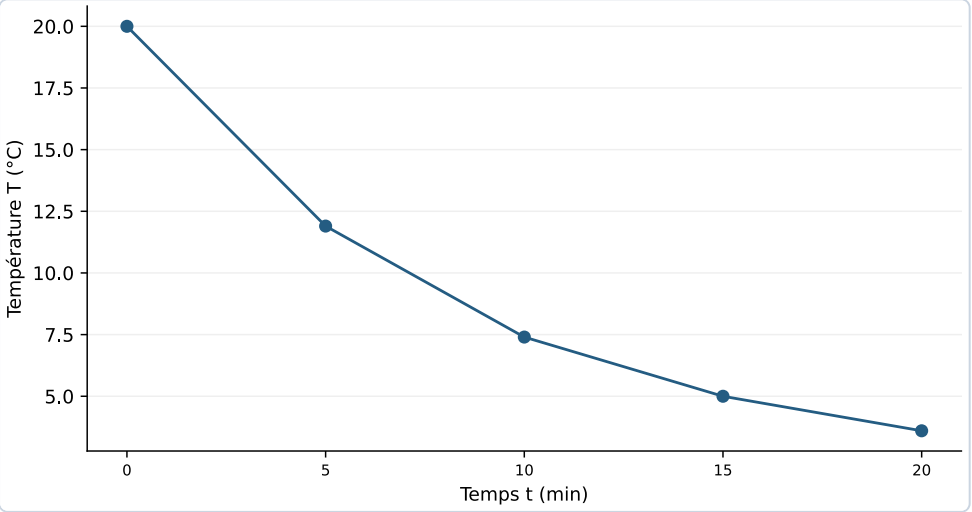
La température est modélisée par $T(t) = 2 + 18e^{-0,12t}$. En utilisant $(e^{at})' = ae^{at}$, on dérive le terme exponentiel : $T'(t) = 18 \times (-0,12)e^{-0,12t} = -2,16e^{-0,12t}$, en °C/min. Comme $e^{-0,12t} > 0$ pour tout $t \geq 0$, la dérivée est toujours négative. La température diminue donc strictement pendant la mise en froid.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $T'(t) = -2,16e^{-0,12t} < 0$ pour $t \geq 0$: la température est strictement décroissante.

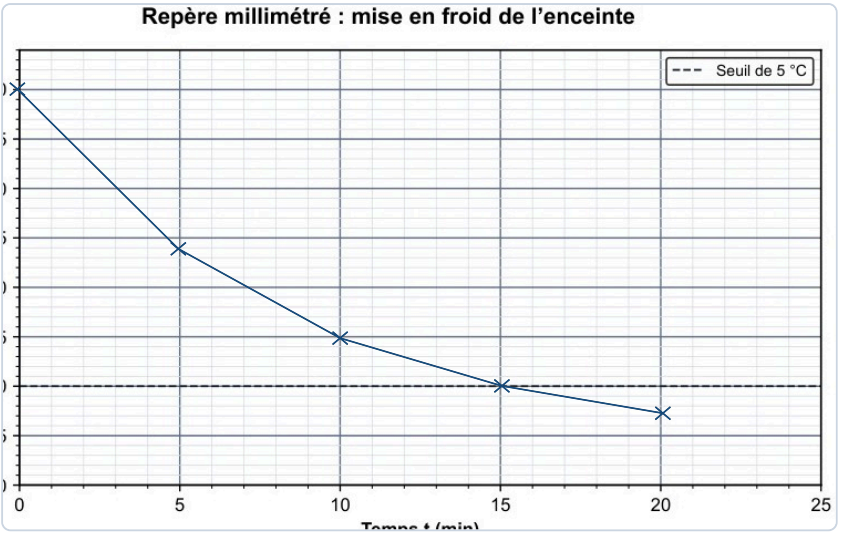
Question 2.2. À partir des mesures et du graphique, indiquer entre quelles mesures successives l’enceinte passe sous 5 °C. Reporter les mesures dans le tableau du document réponse, placer les cinq points sur le repère, tracer une courbe régulière adaptée à leur évolution et indiquer le franchissement du seuil.

Les mesures successives sont $(0; 20,0)$, $(5; 11,9)$, $(10; 7,4)$, $(15; 5,0)$ et $(20; 3,6)$. À 15 min, la température est encore égale au seuil de 5 °C ; à 20 min, elle lui est inférieure. Le passage sous le seuil a donc lieu entre ces deux mesures. Les points sont placés sur le repère et reliés par une courbe décroissante régulière.

Temps t (min)	0	5	10	15	20
Température T (°C)	20,0	11,9	7,4	5,0	3,6



Mesures expérimentales placées sur le repère



✓ RÉPONSE À RETENIR

Passage sous 5 °C entre 15 min et 20 min.

Question 2.3. Vérifier par le calcul que le modèle donne une température voisine de 5 °C au bout de 15 minutes.

Le modèle est $T(t) = 2 + 18e^{-0,12t}$. Pour 15 min, on remplace t par 15 : $T(15) = 2 + 18e^{-0,12\times 15} = 2 + 18e^{-1,8} \approx 4,975\ ^\circ C$. À trois chiffres significatifs, cela s'arrondit à $4,98\ ^\circ C$. Cette valeur est bien voisine de 5 °C, comme le demande la question.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$T(15) \approx 4,98\ ^\circ C$, soit une température voisine de 5 °C.

Question 2.4. À l'aide du modèle et du logarithme népérien, déterminer le temps nécessaire pour atteindre exactement 5 °C et arrondir le résultat à la minute.

On cherche t tel que $5 = 2 + 18e^{-0,12t}$. On isole l'exponentielle : $e^{-0,12t} = (5-2)/18 = 1/6$. En prenant le logarithme népérien, $-0,12t = \ln(1/6)$, donc $t = \ln(1/6)/(-0,12) \approx 14,93$ min. Arrondi à la minute, le temps recherché est 15 min.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Temps pour atteindre 5 °C : 15 min, à la minute près.

3. Puissance électrique et énergie consommée

Un compresseur alimenté par un réseau triphasé équilibré fonctionne six heures par jour. À partir de la tension, de l'intensité, du facteur de puissance et du tarif fournis, il faut déterminer sa puissance active, son énergie quotidienne consommée et le coût correspondant.

Question 3.1. Calculer la puissance active absorbée par le compresseur en watts, puis en kilowatts.

Pour un réseau triphasé équilibré, **P = √3 × U × I × cos φ**. Avec les données : P = √3 × 400 × 5,2 × 0,82 = 2 954,19 W. Pour convertir en kilowatts, on divise par 1 000 : 2 954,19 ÷ 1 000 = 2,954 kW. À trois chiffres significatifs, la puissance vaut 2,95 kW. La valeur en watts est donnée avant arrondi.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> P = 2 954 W, soit 2,95 kW.

Question 3.2. Calculer l'énergie électrique consommée par le compresseur en une journée de fonctionnement, en kilowattheures.

Grandeur	Calcul	Résultat
Puissance	2 954,185857 W ÷ 1 000	2,954185857 kW
Énergie quotidienne	E = P × t = 2,954185857 × 6	17,725 kWh

L'énergie en kilowattheures se calcule en multipliant la puissance en kilowatts par la durée en heures. On conserve la puissance non arrondie pendant le calcul, puis on arrondit le résultat à trois chiffres significatifs : la consommation quotidienne est de 17,7 kWh.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Énergie quotidienne consommée : 17,7 kWh.

Question 3.3. Calculer le coût de la consommation quotidienne et arrondir le résultat au centime d'euro.

Le coût quotidien est le produit de l'énergie consommée par le tarif : coût = E × prix. Avec la valeur non arrondie, coût = 17,72511514 kWh × 0,25 €/kWh = 4,431278785 €. L'unité kWh s'annule et le résultat est en euros. Arrondi au centime, le coût de fonctionnement du compresseur pour cette journée est de 4,43 €.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Coût quotidien : 4,43 €.

4. Neutralisation d’une solution acide

Un échantillon de 250 mL de solution acide de rinçage, de pH 2,0, doit être neutralisé avec une solution d’hydroxyde de sodium de concentration connue. L’exercice mobilise la relation entre pH et concentration en ions oxonium, le calcul de quantité de matière, la stœchiométrie de la réaction et la conversion du volume nécessaire.

Question 4.1. Calculer la concentration en ions H_3O^+ de l’échantillon, en mol·L⁻¹.

La relation fournie est $[\mathrm{H_3O^+}] = 10^{-\mathrm{pH}}$. En remplaçant le pH par sa valeur de 2,0 : $[\mathrm{H_3O^+}] = 10^{-2,0} = 0,010\ \mathrm{mol \cdot L^{-1}}$. La concentration en ions oxonium est ainsi exprimée en moles par litre. Elle caractérise la solution acide avant l’ajout de la solution basique.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> La concentration en ions oxonium de l’échantillon avant neutralisation est $1,0 \times 10^{-2}\ \mathrm{mol \cdot L^{-1}}$.

Question 4.2. Calculer la quantité de matière d’ions H_3O^+ contenue dans l’échantillon de 250 mL.

On utilise $n = cV$, en exprimant le volume en litres. La conversion est $250\ \mathrm{mL} = 250/1000 = 0,250\ \mathrm{L}$. Avec la concentration calculée à la question précédente, le calcul donne :

Grandeur	Valeur
Concentration en ions H_3O^+	0,010 mol·L⁻¹
Volume de l’échantillon	0,250 L
Quantité de matière	0,010 × 0,250 = 0,00250 mol

L’échantillon contient donc 2,50 × 10⁻³ mol d’ions H_3O^+.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> La quantité d’ions H_3O^+ présente dans les 250 mL d’échantillon est $2,50 \times 10^{-3}\ \mathrm{mol}$.

Question 4.3. À l’aide de l’équation de réaction fournie, déterminer la quantité de matière d’ions HO^- nécessaire pour neutraliser l’échantillon.

L’équation fournie est $\mathrm{H_3O^+ + HO^- \rightarrow 2H_2O}$. Les coefficients des ions H_3O^+ et HO^- sont tous deux égaux à 1 : ils réagissent donc dans un rapport molaire de 1:1. La quantité nécessaire d’ions hydroxyde est égale à la quantité d’ions oxonium calculée pour l’échantillon.

- Quantité de H_3O^+ : $2,50 \times 10^{-3}$ mol.
- Quantité de HO^- nécessaire : $2,50 \times 10^{-3}$ mol.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Pour une neutralisation complète, il faut apporter $2,50 \times 10^{-3}\ \mathrm{mol}$ d’ions hydroxyde HO^-.

Question 4.4. Calculer, en millilitres, le volume de solution d'hydroxyde de sodium nécessaire à la neutralisation.

1. La solution basique doit apporter $2,50 \times 10^{-3}$ mol de HO^-, à une concentration de $0,10\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$.
2. Avec $n = cV$, on calcule $V = n/c = 0,00250/0,10 = 0,0250\ \text{L}$.
3. Conversion en millilitres : $0,0250 \times 1000 = 25,0\ \text{mL}$.

Ce volume de solution d'hydroxyde de sodium fournit la quantité d'ions HO^- nécessaire à la neutralisation complète.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le volume de solution d'hydroxyde de sodium à utiliser pour neutraliser l'échantillon est de 25,0 mL.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2026)

Bilan de l'épreuve : L'épreuve E4 de physique et chimie appliquées du BP Installateur, dépanneur en froid et conditionnement d'air, session 2026, code 26-BP-IDFCA-E4, dure 2 heures et a le coefficient 2. Elle porte sur une charge thermique, la mise en froid d'une enceinte, la consommation d'un compresseur triphasé et la neutralisation d'une solution acide. Elle évalue calculs, conversions, analyse graphique et application de relations scientifiques.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Pour une transformation thermique sans changement d'état, $Q = mc\Delta T$ et la puissance moyenne vaut $P = Q/t$.
- Pour $T(t) = 2 + 18e^{-0,12t}$, la dérivée décrit les variations et le logarithme népérien permet de résoudre $T(t) = 5$.
- La puissance active triphasée équilibrée se calcule avec $P = \sqrt{3}\, U\, I \cos \varphi$; l'énergie consommée vaut $E = P \times t$.
- Pour une solution, $n = cV$ avec V en litres ; $[H_3O^+] = 10^{-pH}$ et l'équation de réaction fixe le rapport stœchiométrique.

Points de vigilance & attentes du jury

- Convertir les durées et les volumes dans les unités requises avant les calculs, puis vérifier la cohérence des unités des résultats.
- Pour $Q = mc\Delta T$, calculer la variation de température et distinguer l'énergie à extraire de la puissance totale incluant les apports.
- Reporter les cinq couples temps-température, tracer une courbe régulière et indiquer le franchissement du seuil de 5 °C sur le document réponse.
- Pour la neutralisation, respecter le rapport 1:1 entre H_3O^+ et HO^- et utiliser le volume en litres dans $n = cV$.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment traiter la variation de température dans le calcul de chaleur sensible ?

Dans $Q = mc\Delta T$, ΔT est la différence entre les températures finale et initiale. Une différence de température a la même valeur numérique en degrés Celsius et en kelvins. Vérifiez les unités de m, c et Q avant de calculer.

Q : Comment déterminer le moment où le modèle atteint 5 °C ?

Remplacez T(t) par 5 dans la fonction donnée, isolez le terme exponentiel, puis appliquez le logarithme népérien. Le temps du modèle est exprimé en minutes : arrondissez le résultat final à la minute.

Q : Comment organiser les calculs et le document réponse pendant les deux heures ?

Les quatre exercices sont indépendants et valent chacun 5 points. Répartissez le temps entre eux et gardez un moment pour compléter le graphique, vérifier les unités et arrondis, puis rendre le document réponse DR 1 avec la copie.

Q : Quels critères de présentation et quelles précautions sont indiqués dans le sujet ?

Faites apparaître les relations utilisées, les conversions et les résultats avec une unité adaptée. Arrondissez à trois chiffres significatifs lorsque nécessaire, sauf consigne différente. Pour toute neutralisation réelle, respectez les consignes de sécurité et portez les protections adaptées.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bpfroid.fr/assets/annales/bp-froid/Physique et chimie appliquées/2026/BP Froid - Physique et chimie appliquées - Session 2026 - 1-Sujet.pdf

Ressources BP Froid : 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.