

E, P, t

1. ENERGIE

1_A Mot d'usage très répandu

- **Energies** nucléaire, solaire, thermique, hydraulique, d'un aliment...
- Il a de l'énergie... crise de l'**énergie**... économie d'**énergie**...

1_B L'homme et l'énergie

L'homme ne peut ni créer, ni perdre de l'**énergie**, celle-ci doit exister au préalable.

1_C Définition

La définition de l'**énergie** est « délicate » car c'est une grandeur abstraite.

1_D ...alors ?

Notion plus palpable quand on parle de ses possibilités de transformation dans un système matériel, formé de particules élémentaires (*convertisseur d'énergie, corps ou ensemble de corps*) isolé de l'extérieur, espace qui l'entoure.

1_E Energie et système

- Système ouvert : il peut échanger de la matière et de l'énergie avec l'extérieur... masse variable... (pompe hydraulique, autocuiseur, corps humain...)
- Système fermé : il peut échanger de l'énergie avec l'extérieur... masse constante... (pile jetable, pompe...)
- Système isolé : il n'échange ni matière, ni énergie avec l'extérieur. (chute libre dans le vide, vase du calorimètre à enceinte adiabatique...)

Un système possède de l'énergie (capital qu'il possède en quantité donnée),
quand il est capable de faire varier ce capital par interaction avec le milieu extérieur,
au cours de transformations...

1_F Transformations

a- trois transformations

1. par chaleur (énergie électrique transformée en énergie thermique dans un radiateur)
2. par rayonnement (énergie électrique transformée, en partie, en énergie rayonnante dans une lampe)
3. par travail d'une force (énergie électrique transformée en énergie mécanique dans un moteur)

b- chaîne énergétique

Les transformations constituent une chaîne énergétique :

Exemples :

- freinage ... une voiture en mouvement perd son énergie cinétique, qui se transforme en énergie thermique dans les disques des tambours des freins.
- centrale nucléaire ... l'énergie d'un corps radioactif est transformée en énergie thermique, elle-même transformée en énergie mécanique, cette dernière transformée à son tour en énergie électrique par l'alternateur.

1_G Convention de signe

- L'énergie reçue par un système est comptée positivement.
- L'énergie donnée par un système est comptée négativement.

2. PUISSANCE

Elle nous renseigne sur la **rapidité** avec laquelle l'**énergie** a été produite ou consommée.

Elle représente **quantité d'énergie échangée par un système avec un autre système... par unité de temps.**

$$P = \frac{E}{t}$$

E : énergie échangée (sous forme de travail : W , sous forme de chaleur : Q)

P : puissance à laquelle l'énergie est échangée (P est une grandeur positive)

t : temps pendant lequel le transfert d'énergie a lieu.

a) E en joule (J) ; P en watt (W) ; t en secondes

b) E en wattheure (Wh) ; P en watt (W) ; t en heures ; (1 Wh = 3600 J)

3. Utilisation des POURCENTAGES

Remarques : de nombreuses fois, vous allez utiliser les... **pourcentages**.

Exemple : Vous désirez retourner la terre de 2 surfaces identiques, vous disposez d'un tracteur de puissance utile 100 kW, d'un cheval de puissance 500 W, mais vous pouvez, avec votre puissance de 200 W effectuer vous même ce travail.

a) $\frac{500W}{100000W} = \frac{0,005W}{1W} = 0,5 \%$...la puissance du cheval n'est qu'un très faible pourcentage de la puissance du tracteur, et 0,2 % pour vous.

Au bout d'1 heure, le cheval est fatigué, sa puissance n'est plus que de 300 W soit une perte de puissance de 200 W.

b) $\frac{500 - 300}{500} = \frac{200}{500} = \frac{0,4}{1} = 40 \%$...pourcentage de la perte de puissance du cheval.

En fait la puissance « utile » P_u du tracteur n'est que de 80000 W, 100000 W étant sa puissance « réelle » P_r (pertes de puissance...*frottements*...).

c) $\frac{80000W_{utilisés}}{100000W_{fournis}} = \frac{0,8}{1} = 80 \%$...représente le **rendement** (η) du tracteur.

$$P_r \times \frac{80}{100} = P_u \quad (P_u = P_r \times 0,8)$$

$$P_u \times \frac{100}{80} = P_r \quad (P_u : 0,8 = P_r)$$

4. Exercices : extraits de sujets BTS

AF

AF 1999* (calorimétrie, %)

1) Calculer la puissance utile d'un chauffe-eau qui fournit 3390 kJ pendant 1 minute pour élever la température de 15 L d'eau de 18°C à 72°C ?

Le chauffage est assuré par la combustion du propane qui fournit 75,3 kJ par seconde.

2) Quel est le rendement du chauffe-eau ?

AF 2000 (thermique, %)

On considère un garage.

Les pertes thermiques se font uniquement par ses murs.

Sachant que la puissance fournie par le chauffage est $P_1 = 12,18$ kW avant isolation et $P_2 = 5,25$ kW après isolation, calculer le pourcentage de puissance de chauffage économisé grâce à l'isolation.

AF 2002 (thermique)

La quantité de chaleur nécessaire par heure pour chauffer l'air froid pénétrant dans un atelier étant égale à 3,879 MJ, calculer la puissance thermique mise en jeu.

AF 2003* (chimie organique, %)

Le polystyrène s'obtient à partir uniquement du styrène (réaction de polymérisation).

On utilise des plaques de polystyrène expansé de masse 48 kg.

Sachant que le polystyrène expansé contient 10% en masse de gaz inerte et que le rendement de la réaction de polymérisation est de 80%, déterminer la masse de styrène nécessaire pour réaliser ces plaques.

AF 2005 (thermique)

Le flux thermique traversant les murs d'un vestiaire est égal à 1243,9 W.

Calculer les pertes en énergie au bout de 24 h (en joules et kilowattheures).

AF 2006* (thermique)

Le flux thermique surfacique qui traverse un double vitrage est $\varphi_1 = 50$ W.m⁻² et $\varphi_2 = 32$ W.m⁻² quand il est associé à une toile.

Exprimer le gain en pourcentage.

AF 2006* (acoustique, %)

La puissance acoustique d'une source sonore est égale à 1,26 W.

Sachant que la puissance acoustique absorbée par cette source est de 8,20 W, calculer le rendement acoustique de cette source.

AF 2007 (thermique)

Dans le chauffage par le sol d'un local, la puissance thermique reçue par le local est de $2,05 \cdot 10^3$ W et la puissance thermique perdue vers le sol est de 545 W.

1) Calculer la puissance thermique utile fournie par le système de chauffage.

On désire limiter les pertes vers le sol et ramener la puissance perdue à environ 10% de la puissance utile.

2) Calculer la nouvelle puissance thermique perdue vers le sol.

3) Calculer en kWh l'énergie dépensée par le système dans ces nouvelles conditions.

B**B 1992** (thermique, %)

Les pertes thermiques à travers un panneau sont respectivement $49,65 \text{ W.m}^{-2}$ et $14,32 \text{ W.m}^{-2}$ avant et après isolation.

Calculer le pourcentage de réduction des pertes, dû à l'isolation.

B 1993 (calorimétrie, %)

Dans un radiateur l'eau pénètre à 75°C et ressort à 65°C .

La quantité de chaleur dégagée par ce radiateur, en une minute, est égale en valeur absolue à $87,885 \text{ kJ}$.

1) Calculer la puissance du radiateur.

La chaudière utilise comme combustible du gaz. Le rendement de la combustion est de 80%.

2) Calculer la puissance fournie par la combustion du gaz.

B 1994* (chimie organique)

Le PVC se fabrique à partir de l'éthène.

Quelle masse d'éthène doit-on utiliser pour obtenir une masse de 100 kg de PVC, sachant que le rendement de l'ensemble des réactions est de 70%.

B 1996 (thermique)

Le flux thermique à travers l'ensemble des murs d'une maison est de 8640 W .

Le prix moyen du kWh est $0,076 \text{ €}$.

Calculer le coût du fonctionnement d'un chauffage électrique permettant de compenser les pertes thermiques qui se produisent pendant les 120 jours de froid.

B 1998 (thermique)

En admettant que la transmission de la chaleur est uniforme sur l'ensemble des parois d'un four et que la puissance électrique nécessaire à son fonctionnement est $P = 6,232 \text{ kW}$.

Calculer le coût de fonctionnement journalier du four sachant que le prix du kWh est 12,1 cents.

B 1998* (oxydoréduction)

Pour protéger une canalisation en fonte, par une électrode de magnésium.

On change l'électrode tous les trois ans.

Sachant que 120 g de magnésium sont consommés, calculer la masse minimum de magnésium qu'on doit utiliser pour que, lors de son remplacement, seulement 80% de l'électrode ait été consommée.

B 1999* (chimie organique, %)

Des sacs en polyéthylène (*sacs plastiques*) sont utilisés comme combustible dans certaines usines pour produire de l'énergie électrique. L'énergie produite par la combustion complète d'un sac de 5 g est de $218,36 \text{ kJ}$.

La transformation de l'énergie issue de cette combustion en énergie électrique se fait avec un rendement $\eta = 30\%$.

1) Quelle est l'énergie électrique produite par cette énergie ?

2) Pendant quelle durée « théorique » cette énergie issue de cette combustion peut-elle alimenter une ampoule de 60 W ?

B 2005 (mécanique des fluides)

L'énergie dépensée par une pompe, pendant trois minutes, pour remplir une citerne, est de $1,89 \cdot 10^3 \text{ J}$.

Calculer la puissance utile de cette pompe.

B 2006 (thermique, %)

Un capteur solaire thermique pour chauffer de l'eau a un rendement $\eta = 40\%$.

Quelle est la quantité d'énergie solaire journalière que doit recevoir le capteur pour chauffer 300 L d'eau,

prise à 15°C et portée à 55°C ? ($c = 4185 \text{ J.kg.K}^{-1}$)

B 2007 (thermique)

Dans un studio les flux thermiques à travers les murs et la fenêtre sont respectivement 589 W et 403 W. Le prix du kWh est de 0,0765 €.

Calculer le montant de la facture de chauffage de Mathieu pour 30 jours.

B 2008 (thermique, %)

Le système de chauffage d'un local, dont le rendement est de 90%, compense une perte de puissance thermique évaluée à 1356 W, durant 5 mois par an en moyenne (on comptera 30 jours par mois).

Calculer l'énergie, en kWh, nécessaire pour maintenir la température $\theta_i = 20^\circ\text{C}$ à l'intérieur du local pendant 5 mois.

EB

EB 2003* (mécanique des fluides, %)

Déterminer le rendement η d'un ventilateur si la puissance absorbée est $P_a = 0,24 \text{ kW}$ et la puissance utile $P_u = 0,13 \text{ kW}$.

EB 2004 (mécanique des fluides, %)

Dans un club de vacances l'eau de la piscine est puisée à l'aide de 4 pompes dans le lac de retenue. Sachant que l'énergie dépensée par une des pompes est égale à 46,78 MJ pour un temps de remplissage égal à 8 h 50 min :

- 1) Calculer la puissance théorique d'une pompe.
- 2) La pompe a un rendement égal à 80%, calculer la puissance électrique consommée par la pompe pour remplir la piscine.

EB 2007 (thermique)

On s'intéresse aux pertes thermique à travers l'une des grandes parois d'un aquarium. Calculer l'énergie perdue pendant une heure sachant que le flux thermique est de 154 W.

EB 2008 (calorimétrie)

Après la pose totale des blocs de béton de 2m de long, on injecte à 65°C, en phase semi-solide, sur toute la partie intérieure du tunnel, un revêtement.

La température finale atteinte étant de 15°C.

Le refroidissement est de 10°C par heure.

La quantité de chaleur dégagée par le refroidissement du bloc est de $3,185 \cdot 10^6 \text{ J}$.

Calculer la puissance totale dissipée sous forme de chaleur dans l'ensemble de tunnel de longueur 3,2 km.

EEC

EEC 1993 (chimie organique)

En 1991, on a fabriqué en France $1,50 \cdot 10^5$ tonnes de bouteille contenant 90% de PVC.

Le PVC brûle dans le dioxygène de l'air en donnant de la vapeur d'eau, du dioxyde de carbone et environ 58% en masse de chlorure d'hydrogène, gaz toxique.

Un tiers seulement de ces bouteilles a été incinéré.

En les incinérant, 50% du chlorure d'hydrogène formé se combine aux résidus solides (cendres).

Calculer la masse du chlorure d'hydrogène qui est ainsi libéré dans l'atmosphère.

EEC 1996 (thermique)

Dans un local, il existe une entrée d'air froid à 2°C et une sortie d'air chaud à 17°C.

Chaque heure la quantité de chaleur nécessaire pour amener l'air froid à 17°C est de 1,7415 MJ.
Calculer la puissance dépensée par le système de chauffage.

EEC 1997 (thermique)

La quantité de chaleur mise en jeu pour le renouvellement d'air d'un local pendant une heure est d'environ 4,2441 MJ.

Calculer la puissance mise en jeu.

EEC 2000 (calorimétrie)

Le chauffage de l'eau d'un ballon d'eau chaude électrique s'effectue en tarif de nuit de 22 h 30 à 6 h 30 il utilise 75,348 MJ.

Calculer la puissance électrique du chauffe-eau.

EEC 2001* (chimie organique, %)

Les quantités de dioxyde de carbone dégagée par la combustion d'une mole de méthane (gaz naturel) et d'une mole de super carburant sont respectivement : 1,144 mol et 1,449 mol.

Evaluer la diminution relative du rejet de dioxyde de carbone (exprimée en %).

EEC 2003 (calorimétrie)

Sachant qu'une cuve d'eau pour élever sa température de 0,5°C utilise 261,25 kJ pendant 3 heures, quelle est la puissance mise en jeu.

EEC 2005* (thermique)

On estime à 500 kJ la quantité de chaleur perdue par le renouvellement d'air d'une habitation en une heure.

1) Calculer la puissance thermique mise en jeu.

2) La puissance thermique totale du chauffage est de 5 kW, quelle est l'énergie consommée pendant 24 heures en joules et en kilowattheures ?

SCBH

SCBH 1993 (thermique)

Pour refroidir une enceinte, un fluide traverse un serpentin fixé sur une paroi.

Le fluide entre à l'état liquide et en sort à l'état gazeux à la même température et à la même pression.

Sachant que l'énergie nécessaire au changement d'état du fluide pour une durée de fonctionnement de une heure est de 867 kJ, calculer la puissance du dispositif de refroidissement.

SCBH 1994* (acoustique)

Calculer, en pourcentage, le rendement acoustique d'un haut-parleur, sachant qu'il consomme une puissance électrique de 1 W et qu'il émet une puissance acoustique de 0,126 W.

SCBH 1996* (calorimétrie)

Un chauffe-eau comporte un serpentin dans lequel circule un courant d'eau de débit $d = 20 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$.

Sachant que la quantité de chaleur reçue par l'eau en 1 minute est égale à 4620 kJ et que la quantité de chaleur fournie par la combustion pendant le même temps est égale à 6286 kJ :

1) Quel est le rendement du chauffe-eau ?

2) Quel est la puissance utile du chauffe-eau ?

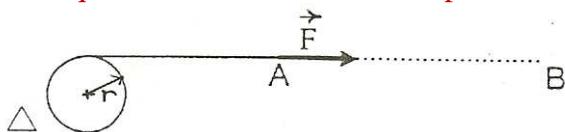
SCBH 1997 (thermique)

La puissance électrique consommée par le compresseur d'une pompe à chaleur étant 1,5 kW et son rendement 0,85, calculer l'énergie mécanique fournie au fluide de la pompe en une heure.

SCBH 1998 (mécanique)

Pour faire démarrer un moteur à essence entraînant une scie, on enroule une fine corde sur disque de rayon r , d'axe Δ et lié à l'arbre moteur.

L'opération consiste à tirer sur la corde d'une longueur AB en exerçant une force constante \vec{F} à son extrémité libre qui se trouve initialement au point A .



Calculer la puissance mise en jeu dans cette opération qui a demandé une énergie de 80 J pendant 1,132 s.

SCBH 1999 (thermique,%)

En hiver, on désire effectuer le bilan thermique d'une fenêtre de toit de 1 m^2 qui éclaire une pièce située dans les combles d'un immeuble.

On suppose que le flux solaire est constant et égal à 250 W.m^{-2} et que 80% de ce rayonnement est effectivement piégé à l'intérieur de la pièce.

Calculer l'énergie solaire piégée dans la pièce pendant une durée d'ensoleillement de 8 heures.

SCBH 2000 (chimie organique)

1) Calculer la puissance fournie par la combustion de 35,3 mol de butane dont le pouvoir calorifique est de 2635 kJ.mol^{-1} pendant une heure.

2) Calculer le rendement de la chaudière qui fonctionne au butane, sachant que sa puissance réelle est de 24 kW.

TP

TP 1993 (calorimétrie)

Pour vaporiser un cylindre d'aluminium solide on éclaire cette région pendant une milliseconde avec un laser.

Calculer la puissance P du faisceau laser, sachant que l'énergie dépensée est de 3,63 J.

TP 1997 (thermique, %)

A travers une paroi les pertes thermiques sont respectivement de 44 W.m^{-2} et $16,3 \text{ W.m}^{-2}$ avant et après isolation.

Calculer en pourcentage la réduction des pertes calorifiques.

TP 1998* (mécanique des fluides, %)

Le débit massique de l'eau dans une turbine (barrage) est de $72.10^6 \text{ kg.h}^{-1}$.

1) Sachant que l'énergie fournie à cette turbine est de 7946 J par kilogramme d'eau, calculer la puissance de la turbine.

La turbine entraîne un alternateur.

Le rendement de la turbine est de 90%, celui de l'alternateur est de 96%.

2) Calculer la puissance électrique disponible à la sortie de ce barrage.

TP 1999 (chimie organique)

Une bouteille de 13 kg de butane alimente un brûleur de cuisinière de puissance $P = 3,12 \text{ kW}$.

La combustion de tout le butane libère une énergie de 642,38 MJ.

Calculer la durée de la combustion totale du butane avec le brûleur.

TP 2000 (calorimétrie,%)

L'eau d'une piscine (de 200 m^2 surface) reçoit une puissance moyenne de 300 W.m^{-2} , pendant une durée de 12 heures, pendant le jour, grâce au rayonnement solaire.

L'eau n'absorbe en fait, que 50% de cette puissance.
Calculer l'énergie absorbée par l'eau pendant ces 12 heures

TP 2001 (mécanique des fluides, %)

Une pompe est actionnée par un moteur électrique.

La puissance mécanique utile P_u fournie par la pompe pour assurer un débit de $83,33 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$ est de $12,508 \text{ kW}$.

Le rendement global du groupe est de 80%.

Calculer la puissance électrique P_e consommée.

TP 2006 (calorimétrie, %)

La chaleur Q_2 dégagée par l'ensemble des radiateurs est de 79 MJ .

Le rendement de la chaudière est de 79,6%.

Déterminer la chaleur Q_1 fournie en 1 heure par la chaudière ainsi que la puissance de celle-ci.

X

X₁ (calorimétrie, %)

La quantité de chaleur libérée par la combustion complète de 1 kg de méthane est de $55\,625 \text{ MJ}$.

Dans les chaudières à condensation, on récupère la chaleur latente de liquéfaction de l'eau en condensant la vapeur d'eau par refroidissement des fumées.

La chaleur supplémentaire que l'on peut ainsi récupérer lors de la combustion de 1 kg de méthane est de 5085 MJ .

En déduire le pourcentage d'énergie supplémentaire que peut fournir une chaudière à condensation par rapport à la chaudière classique.