Physique-Chimie chapitre 20
L'énergie électrique – Séance 1

Compétences exigibles

- Différencier puissance et énergie.
- Connaître et utiliser la relation liant puissance et énergie.
- Rechercher et exploiter des informations sur des appareils de la vie courante et sur des installations industrielles pour porter un regard critique sur leur consommation énergétique et pour appréhender des ordres de grandeur de puissance.

Chapitre 20 – L'énergie électrique (correspond au chapitre 4.3 du livre)

1 Comment quantifier les besoins en énergie ?

Les besoins énergétiques ne cessent de croître et notre mode de vie actuel nous rend très dépendants de l'**énergie**, en particulier de l'énergie **électrique**.

1.1 Connaître les ordres de grandeur de puissance

Petit jeu : reliez les points !

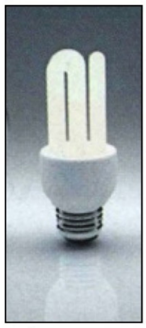
17 MW

Consommation française

50 mW

Éclairage de la ville de Paris

9000 kW



Ampoule basse conso

1 kW

Four micro-ondes

Tranche de Centrale nucléaire

60 W

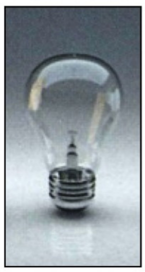
60 GW

TGV

1300 MW

18 W

Ampoule à incandescence



Diode électroluminescente

1.2 Le lien entre puissance et énergie

L' .... est une grandeur physique qui s'exprime en .... (symbole ....) dans le système international, et en .... (symbole ....) dans les usages de la vie quotidienne.

- La .... $\mathcal{P}$ d'un appareil est le rapport de l'**énergie** ΔE qu'il consomme sur la **durée** Δt de son fonctionnement :

$$\boxed{\mathcal{P} = \frac{\Delta E}{\Delta t}}$$

.... puissance en watt (symbole W) ;
.... énergie en joule (symbole J) ;
.... temps en seconde (symbole s).

Cette formule, le nom des variables et leurs symboles (= les lettres) et leurs unités sont à connaître par cœur !

Si vous êtes fâchés avec les produits en croix, il peut être utile de retenir aussi les formules littérales donnant directement :

- l'énergie ΔE consommée : $\boxed{\Delta E = \mathcal{P} \times \Delta t}$
- la durée Δt de fonctionnement : $\boxed{\Delta t = \frac{\Delta E}{\mathcal{P}}}$

Voici un tableau des **multiples** et des **sous-multiples**, à connaître, qui peuvent être utilisés pour exprimer les puissances ou les énergies.

Facteur	Préfixe	Symbole
10^{12}	**téra**	**T**
10^{9}	**giga**	**G**
10^{6}	**méga**	**M**
10^{3}	**kilo**	**k**
10^{2}	hecto	h
10^{1}	déca	da
1		
10^{-1}	**déci**	**d**
10^{-2}	**centi**	**c**
10^{-3}	**milli**	**m**
10^{-6}	**micro**	μ
10^{-9}	**nano**	**n**
10^{-12}	pico	p
10^{-15}	femto	f

Applications directes

a. Calculez l'énergie consommée, en joule, lorsque l'on passe l'aspirateur pendant une demi-heure.
Donnée : $\mathcal{P} = 1\,200$ W pour l'aspirateur.

Voici un schéma de résolution :

Donnée n° 1 : ....

Donnée n° 2 : ....

Recherché : ....

Formule littérale : ....

Application numérique : ....

Résultat + unité : ....

b. Reprendre le calcul précédent, en exprimant l'énergie en kilowattheure.

Donnée n° 1 : ....

Donnée n° 2 : ....

Recherché : ....

Formule littérale : ....

Application numérique : ....

Résultat + unité : ....

c. Pour vos révisions de Bac, vous décidez de travailler huit heures par jour chaque jour des vacances. Votre bureau est éclairé par une ampoule basse consommation, qui dépense une énergie quotidienne de 518 400 J. Calculez la puissance de l'ampoule.

Donnée n° 1 : ....

Donnée n° 2 : ....

Recherché : ....

Formule littérale : ....

Application numérique : ....

Résultat + unité : ....

d. En déduire l'énergie consommée par jour, en kilowattheure.

Donnée n° 1 : ……………………………………

Donnée n° 2 : ……………………………………

Recherché : ……………………………………

Formule littérale : ……………………………………

Application numérique : ……………………………………

Résultat + unité : ……………………………………

e. En déduire le coût des deux activités sachant que le kilowattheure est facturé 0,0812 € par EDF.

……………………………………………………

……………………………………………………

f. Les besoins énergétiques d'un individu normal sont estimés à 2100 kcal = 8778 kJ par jour. Calculez la puissance $\mathcal{P}$ du corps humain !

Donnée n° 1 : ……………………………………

Donnée n° 2 : ……………………………………

Recherché : ……………………………………

Formule littérale : ……………………………………

Application numérique : ……………………………………

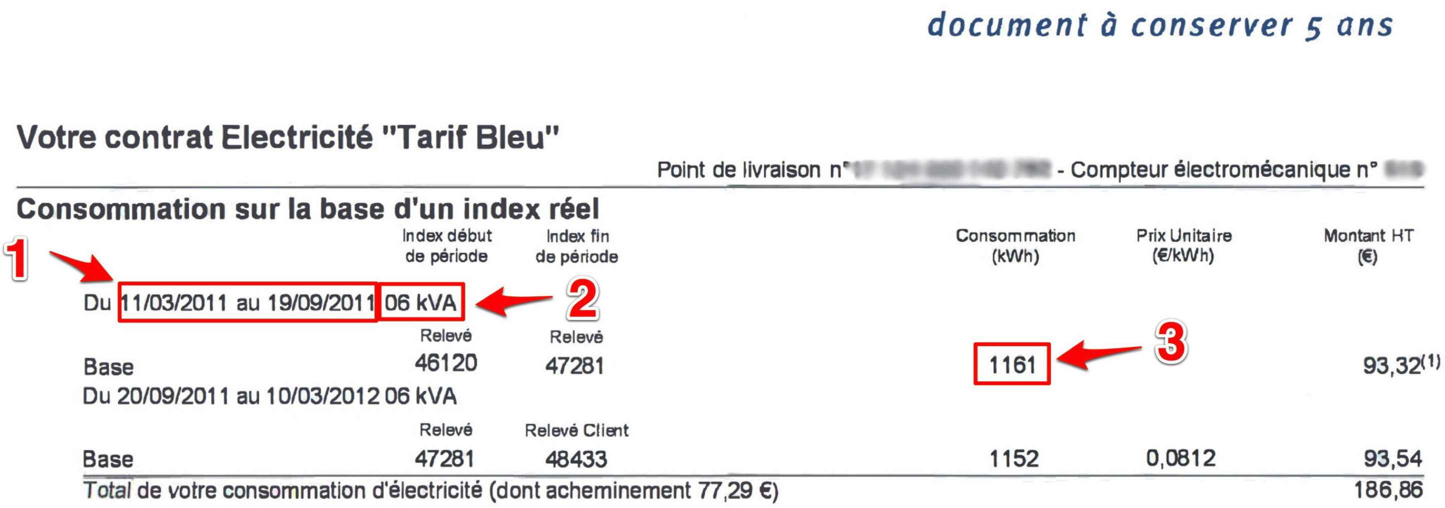
Résultat + unité : ……………………………………

1.3 L'énergie que nous consommons

La **consommation** mondiale annuelle d'énergie est de l'ordre de 10^{14} kWh. La consommation quotidienne d'une famille française est de l'ordre de $0,3$ kWh.

Le pétrole est une ressource énergétique très importante pour encore quelques dizaines d'années. Pour comparer les contenus en énergie des différentes ressources, on utilise la ……………… ……………… ……………… (symbole **tep**) : 1 tep correspond à l'énergie libérée par la combustion d'une tonne de pétrole : $1\,000$ kWh $= 0,086$ tep (valeur qui serait donnée dans un énoncé).

1.4 Savoir lire sa facture d'électricité


document à conserver 5 ans

Votre contrat Electricité "Tarif Bleu"

Point de livraison n° - Compteur électromécanique n°

Consommation sur la base d'un index réel

	Index début de période	Index fin de période	Consommation (kWh)	Prix Unitaire (€/kWh)	Montant HT (€)
1 Du 11/03/2011 au 19/09/2011 06 kVA 2					
	Relevé	Relevé			
Base	46120	47281	1161 3		93,32(1)
Du 20/09/2011 au 10/03/2012 06 kVA					
	Relevé	Relevé Client			
Base	47281	48433	1152	0,0812	93,54
Total de votre consommation d'électricité (dont acheminement 77,29 €)					186,86

1. ………………………… | 2. ………………………… | 3. …………………………

g. Quelles sont les unités utilisées pour la puissance et l'énergie ?

....

....

h. Exprimer en Joule l'énergie consommée par ce particulier pendant la période de facturation.

Conversion :

$$1 \text{ kWh} = 3,6 \times 10^6 \text{ J}$$

....

....

i . Exprimer en seconde la durée de facturation.

....

....

j . Calculer en watt la puissance moyenne consommée pendant ces six mois.

....

....

1.5 Choisir la bonne réponse

1. La chambre est éclairée avec une ampoule de 50 W pendant 1 h. Le salon est éclairé avec une ampoule de 100 W pendant 30 minutes.

- ❑ Le salon a consommé deux fois plus d'énergie que la chambre.
- ❑ Le salon a consommé autant d'énergie que la chambre.
- ❑ Le salon a consommé deux fois moins d'énergie que la chambre.

2. L'unité SI de l'énergie est :

- ❑ W
- ❑ kWh
- ❑ J

3. La puissance nominale d'un appareil électrique ;

- ❑ dépend de son temps d'utilisation ;
- ❑ dépend de sa nature ;
- ❑ augmente en permanence avec le temps.

Correction des exercices du chapitre 19

19.1 N° 7 p. 268 – Crash test

1. a. L'énergie conférée à ces voitures par le treuil est de l'énergie cinétique.

b. Formule littérale :

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2$$

Ne pas oublier de convertir la vitesse des km/h aux m/s, en divisant par 3,6 (des km au m, il faut multiplier par 1000, et des h^{-1} au s^{-1}, diviser par 3600) :

ⓐ $$E_c = \frac{1}{2} \times 1200 \times \left(\frac{25}{3,6}\right)^2$$
$$E_c = 2{,}9\times10^4 \text{ J}$$

ⓑ $$E_c = \frac{1}{2} \times 1200 \times \left(\frac{50}{3,6}\right)^2$$
$$E_c = 1{,}2\times10^5 \text{ J}$$

ⓒ $$E_c = \frac{1}{2} \times 1200 \times \left(\frac{75}{3,6}\right)^2$$
$$E_c = 2{,}6\times10^5 \text{ J}$$

2. Cette énergie est absorbée par la déformation de la structure de la voiture.

19.2 N° 8 p. 268 – Météorite

Formule littérale de l'énergie cinétique :

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2$$

On isole la vitesse v de la météorite :

$$2E_c = mv^2$$
$$\frac{2E_c}{m} = v^2$$

$$v^2 = \frac{2E_\mathrm{c}}{m}$$
$$v = \sqrt{\frac{2E_\mathrm{c}}{m}}$$

Application numérique, sans oublier de convertir la masse en kilogramme :

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 2{\times}10^{16}}{3{\times}10^5 \times 10^3}}$$

$$v = 1{\times}10^4 \text{ m·s}^{-1}$$

Conversion en km/h : on multiplie par 3,6 :

$$v = 4{\times}10^4 \text{ km·h}^{-1}$$

19.3 N° 14 p. 269 – Tour Eiffel

1. a. Si l'origine O du repère est au niveau du sol, Taig KHRIS se trouve donc à l'altitude ou côte $z = 57{,}63$ m, et son énergie potentielle de pesanteur est, avec l'origine des énergies potentielles $E_\mathrm{pp} = 0$ J en O :

$$E_\mathrm{pp} = mgz$$
$$E_\mathrm{pp} = 90 \times 9,81 \times 57,63$$
$$E_\mathrm{pp} = 5{,}1{\times}10^4 \text{ J}$$

b. Si l'origine O du repère est au niveau du premier étage, Taig est à une altitude nulle, et comme l'origine des énergies potentielles $E_\mathrm{pp} = 0$ J est prise en ce point O, son énergie potentielle de pesanteur est nulle :

$$E_\mathrm{pp} = 0 \text{ J}$$

c. Si l'origine O est au niveau du deuxième étage, l'altitude de Taig est $z = 57,63 - 115,73 = -58{,}10$ m et par suite son énergie potentielle de pesanteur est :

$$E_\mathrm{pp} = mgz$$
$$E_\mathrm{pp} = 90 \times 9,81 \times (-58,10)$$
$$E_\mathrm{pp} = -5{,}1{\times}10^4 \text{ J}$$

d. Selon le même principe, avec l'origine au troisième étage, $z = 57,63 - 276,13 = -218{,}50$ m et :

$$E_\mathrm{pp} = mgz$$
$$E_\mathrm{pp} = 90 \times 9,81 \times (-218,50)$$
$$E_\mathrm{pp} = -1{,}9{\times}10^5 \text{ J}$$

2. L'énergie potentielle peut être positive ou négative : il s'agit bien d'une grandeur « algébrique ».

19.4 N° 15 p. 269 – Télésiège

1. a. Valentin accumule de l'énergie potentielle lors de sa remontée.

b. Le départ du télésiège est choisi comme origine O du repère d'axe (Oz), et comme origine des énergies potentielle de pesanteur $E_\mathrm{p} = 0$ J. Valentin accumule lors de sa remontée une énergie potentielle de :

$$E_\mathrm{pp} = mgh$$
$$E_\mathrm{pp} = 50 \times 9,81 \times 600$$
$$E_\mathrm{pp} = 2{,}9{\times}10^5 \text{ J}$$

2. Une fois en haut de la piste, Valentin peut descendre, et convertir son énergie potentielle en énergie cinétique pour une descente « tout schuss » !

19.5 N° 20 p. 270 – Lancer franc

1. a. En l'absence de frottements, l'énergie mécanique se conserve, c'est-à-dire qu'elle ne varie pas. Par conséquent, l'énergie mécanique E_m correspond aux points horizontaux, tracés en jaune.

b. Les frottements de l'air sont négligeables lors de ce mouvement.

2. Lecture graphique : $E_\mathrm{m} = 12$ J.

19.6 N° 32 p. 272 – Service au tennis

1. Le point D est à une hauteur H par rapport au point O, origine du repère et origine des énergies potentielles. Par suite :

$$E_\mathrm{p}(\mathrm{D}) = mgH$$
$$E_\mathrm{p}(\mathrm{D}) = 55{,}0{\times}10^{-3} \times 9,81 \times 2,20$$
$$E_\mathrm{p}(\mathrm{D}) = 1{,}19 \text{ J}$$

Énergie potentielle en B, point d'altitude nulle, avec l'origine des énergies potentielle à l'altitude nulle :

$$E_\mathrm{p}(\mathrm{B}) = 0 \text{ J}$$

2. Énergie cinétique en D :

$$E_\mathrm{c}(D) = \frac{1}{2}mv_\mathrm{D}^2$$

Énergie cinétique en B :

$$E_\mathrm{c}(B) = \frac{1}{2}mv_\mathrm{B}^2$$

Unités : joule, kilogramme, mètre par seconde.

3. Énergie mécanique en D :

$$E_\mathrm{m}(\mathrm{D}) = E_\mathrm{c}(D) + E_\mathrm{p}(\mathrm{D})$$
$$E_\mathrm{m}(\mathrm{D}) = \frac{1}{2}mv_\mathrm{D}^2 + mgH$$

Énergie mécanique en B :

$$E_{\mathrm{m}}(\mathrm{B}) = E_{\mathrm{c}}(B) + E_{\mathrm{p}}(\mathrm{B})$$
$$E_{\mathrm{m}}(\mathrm{B}) = \frac{1}{2}mv_{\mathrm{B}}^2$$

4. En l'absence de frottement, l'énergie mécanique se conserve, donc $E_{\mathrm{m}}(\mathrm{D}) = E_{\mathrm{m}}(\mathrm{B})$.

5. On remplace les énergies mécaniques par leurs expressions, et on isole v_{B} :

$$E_{\mathrm{m}}(\mathrm{D}) = E_{\mathrm{m}}(\mathrm{B})$$
$$\frac{1}{2}mv_{\mathrm{D}}^2 + mgH = \frac{1}{2}mv_{\mathrm{B}}^2$$
$$mv_{\mathrm{D}}^2 + 2mgH = mv_{\mathrm{B}}^2$$
$$v_{\mathrm{D}}^2 + 2gH = v_{\mathrm{B}}^2$$
$$v_{\mathrm{B}}^2 = v_{\mathrm{D}}^2 + 2gH$$
$$v_{\mathrm{B}} = \sqrt{v_{\mathrm{D}}^2 + 2gH}$$

Application numérique, sans oublier de convertir les km/h en m/s :

$$v_{\mathrm{B}} = \sqrt{\left(\frac{126}{3,6}\right)^2 + 2 \times 9,81 \times 2,20}$$
$$v_{\mathrm{B}} = 35{,}6 \ \mathrm{m{\cdot}s^{-1}}$$
$$v_{\mathrm{B}} = 35,6 \times 3,6 = 128 \ \mathrm{km{\cdot}h^{-1}}$$