PUISSANCE ET ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

CORRECTION DES EXERCICES

Correction :

Exercice 1 p 162

Pour calculer l'intensité efficace du courant qui circule dans le radiateur quand il est branché aux bornes d'une prise de courant du secteur dont la tension efficace est U = 230 V, il faut utiliser la formule reliant puissance, tension et intensité que nous avons vue en cours $P = U \times I$. Puisque nous cherchons l'intensité, nous réécrivons cette relation sous la forme $I = \frac{P}{U}$. Elle n'est valable que si P est exprimée en watt et U en volt ; la valeur de I obtenue est alors exprimée en ampère. Dans cet exercice, U et P étant déjà exprimées dans les bonnes unités, il n'y a aucune conversion à faire et $I = \frac{500}{230} = 2{,}17\,\mathrm{A}$.

Exercice 2 p 162

En exprimant la formule $P = U \times I$ sous la forme $U = \frac{P}{I}$ et puisque P est exprimée en watt et I en ampère, on détermine aisément la valeur de la tension aux bornes de cette lampe : $U = \frac{21}{1{,}75} = 12\,\mathrm{V}$.

Exercice 3 p 162

a – La tension efficace aux bornes de cette bouilloire est de 240 V comme on peut le lire sur l'étiquette collée en son dos.
b – La puissance efficace de cette bouilloire est de 2400 W comme on peut le lire sur l'étiquette collée en son dos.
c – Pour déterminer l'intensité efficace, il faut utiliser la formule telle qu'utilisée dans l'exercice 1 p 162.
$I = \frac{P}{U} = \frac{2400}{240} = 10\,\mathrm{A}$.

Exercice 4 p 162

1 – Pour convertir 435 mA en ampère, il faut se souvenir que mA signifie milliampère et qu'un milliampère est un millième d'ampère. On peut alors utiliser le tableau des unités en écrivant le chiffre des unités (ici 5) dans la colonne unité (ici mA) et en ne mettant qu'un chiffre par case. On obtient donc la deuxième ligne. Dans la troisième ligne, on reporte la deuxième et, constatant qu'il n'y a pas de chiffre dans la colonne A, on y ajoute un zéro. Le chiffre unité de la valeur convertie doit être dans la colonne de la nouvelle unité (ici A). Une virgule doit donc être écrite après le zéro et on obtient 435 mA = 0,435 A (voir tableau).
2 – Pour calculer la puissance reçue par la lampe, il suffit d'utiliser la formule
$P = U \times I = 230 \times 0{,}435 = 100\,\mathrm{W}$.

A	**dA**	**cA**	**mA**	
	4	3	5	
0,	4	3	5	
	1	1	6,	2
0,	1	1	6	2
		1	3,	4
0,	0	1	3	4

Exercice 16 p 165

1 – a – L'intensité qui circule dans la lampe est celle que mesure l'ampèremètre du fond. Elle vaut donc 116,2 mA puisque la borne utilisée pour la mesure est la borne mA et non la borne 10A. De toute façon, l'intensité maximale que peut mesurer ce type d'ampèremètre est de 10 A et une intensité de 116,2 A aurait fait fondre le filament de la lampe dès l'allumage.
b – Puisque la tension aux bornes de la lampe est de 6,4 V, que l'intensité du courant qui la traverse exprimée en ampère vaut 0,1162 A, il est aisé de calculer la puissance qu'elle reçoit : $P_L = U \times I = 6{,}4 \times 0{,}1162 = 0{,}744\,\mathrm{W} = 744\,\mathrm{mW}$.
2 – a – C'est le premier ampèremètre qui mesure l'intensité du courant circulant dans la « résistance ». Elle vaut donc 13,4 mA soit 0,0134 A (voir tableau).
b – Puisque la tension aux bornes de la lampe est de 6,4 V, que l'intensité du courant qui la traverse exprimée en ampère vaut 0,0134 A, il est aisé de calculer la puissance qu'elle reçoit : $P_R = U \times I = 6{,}4 \times 0{,}0134 = 0{,}085\,\mathrm{W} = 85\,\mathrm{mW}$.
3 – La puissance totale fournie par le générateur est la somme des puissances qu'il fournit à chacun des dipôles. Elle vaut donc $P = P_L + P_R = 744 + 85 = 829\,\mathrm{mW}$.

Exercice 5 p 162

1 – Le rôle d'un coupe-circuit est de protéger les appareils et les installations des surintensités.
2 – Le fusible et le disjoncteur sont deux types de coupe-circuit.
3 – Les fusibles contiennent un fil métallique dont le diamètre est calculé en fonction de l'intensité maximale du courant que l'on veut faire passer dans le circuit. Si l'intensité dépasse cette valeur (que donne le calibre du fusible), ce fil métallique fondra, ouvrant ainsi le circuit électrique. Ce type de coupe-circuit doit donc être changé après avoir servi au contraire des disjoncteurs différentiels qui peuvent être réamorcés. Les disjoncteurs différentiels disjonctent (et ouvrent alors le circuit) lorsqu'ils détectent une différence d'intensité entre le courant entrant et le courant sortant (d'où leur nom).

Exercice 6 p 162

L'indication 250 mA que l'on peut lire sur un fusible correspond à son calibre, c'est-à-dire l'intensité maximale du courant que peut laisser passer ce fusible. Si l'intensité dépasse cette valeur, le fil métallique du fusible fondra, ouvrant ainsi le circuit électrique.

Exercice 7 p 162

1 – L'indication C10 (calibre 10 A) que l'on peut lire sur ce disjoncteur signifie que si l'intensité du courant traversant le disjoncteur dépasse 10 A, le disjoncteur différentiel disjonctera ouvrant ainsi le circuit électrique.
2 – Le rôle de ce disjoncteur est de protéger l'installation et les appareils contre les surintensités.
3 – Si le disjoncteur se déclenche, il suffit de le réamorcer après avoir diminué le nombre d'appareils en fonctionnement.

Exercice 8 p 162

Puisque la puissance du sèche-serviettes est de 800 W soit 0,8 kW, qu'il fonctionne pendant 6 heures soit $6\times3600 = 21600\,\mathrm{s}$ et que la relation entre E, P et t est de cette tension : $E = P\times t = 0{,}8\times6 = 4{,}8\ \mathrm{kWh}$. Exprimée en joule, elle vaut donc $E = P\times t = 800\times21600 = 1{,}728\times10^6\ \mathrm{J}$.

Exercice 9 p 162

La formule utilisée dans l'exercice 8 p 162 peut être réécrite $t = \dfrac{E}{P}$. Si E est en joule (J) et P en watt (W), alors t sera exprimée en seconde (s). Si par contre, E est en watt-heure (Wh) et P en watt (W), t sera exprimée en heure (h) ce qui est le cas dans cet exercice. Puisque 1 kWh = 1000 Wh,

a – pour la lampe de puissance P = 60 W, $t = \dfrac{1000}{60} = 16{,}6\,\mathrm{h} = 16\,\mathrm{h}\,40\,\mathrm{min}$;

b – pour la bouilloire de puissance P = 750 W, $t = \dfrac{1000}{750} = 1{,}33\,\mathrm{h} = 1\,\mathrm{h}\,20\,\mathrm{min}$;

c – Pour la lampe halogène de puissance P = 300 W, $t = \dfrac{1000}{300} = 3{,}33\,\mathrm{h} = 3\,\mathrm{h}\,20\,\mathrm{min}$.

Exercice 10 p 162

L'affirmation « une lampe de puissance nominale 40 W consomme moins qu'un grille-pain de puissance 500 W » n'est pas forcément exacte car il n'est pas précisé ce qui est consommé. Si on ne parle que de puissance, en effet, il est évident qu'à chaque instant, le grille-pain consomme plus que la lampe, mais si on s'intéresse à l'énergie consommée pendant une journée par exemple, et qu'on suppose que le grille-pain n'est allumé que 12 minutes (soit 1/5ème d'heure) alors que la lampe l'est pendant 4 heures, l'énergie que consomme le grille pain est alors inférieure ($E = 500\times1/5 = 100\,\mathrm{Wh}$) à celle que consomme la lampe ($E = 40\times4 = 160\,\mathrm{Wh}$).

Exercice 17 p 165

1 – Si le téléviseur est en veille ininterrompue pendant un an, il consomme une puissance de 1 W pendant $24\times365{,}25 = 8766\ \mathrm{h}$. L'énergie qu'il consommera alors est donnée par la relation utilisée pour répondre à l'exercice 8 p 162 : $E = P\times t = 1\times8766 = 8766\ \mathrm{Wh} = 8{,}766\ \mathrm{kWh}$.
2 – La consommation totale d'énergie des téléviseurs français en les supposant tous en veille s'obtient en multipliant la consommation d'énergie d'un téléviseur en veille (calculé au 1.) par le nombre de téléviseurs en France (soit 40 millions = 4.10^7). On obtient donc $E = 8{,}766\times4.10^7 = 3{,}5.10^8\,\mathrm{kWh}$.
3 – Puisque le prix moyen du kWh est de 0,094 €, on obtient aisément le coût total dû à cette consommation d'énergie en multipliant le nombre de kWh consommés par les téléviseurs en veille par le prix moyen du kWh. Ce coût total est donc de $3{,}5.10^8\times0{,}094 = 3{,}3.10^7\,€ = 33\,\mathrm{milllions\ d'euros}$.
4 – Pour réduire la consommation d'énergie, diverses solutions existent comme d'éteindre l'ensemble des appareils qu'on a trop tendance à laisser en veille, de penser à éteindre les lampes lorsqu'on quitte une pièce, de ne pas trop chauffer les habitations, de bien les isoler pour éviter les pertes de chaleur ...

Exercice 18 p 165

1 – a – Un appareil de classe A consommant au plus 0,19 kWh par kilogramme de linge, si on lave 3 kg de linge chaque jour pendant un an (365 jours), l'énergie électrique qu'il consomme vaut au plus $E = 3\times0{,}19\times365 = 208\ \mathrm{kWh}$.
b – Un appareil de classe G consommant au moins 0,39 kWh par kilogramme de linge, si on lave 3 kg de linge chaque jour pendant un an (365 jours), l'énergie électrique qu'il consomme vaut au moins $E = 3\times0{,}39\times365 = 427\ \mathrm{kWh}$. .
2 – Le coût en euro, de chaque lavage est, si 1 kWh coûte 0,1 €, $3\times0{,}19\times0{,}1 = 0{,}057\ €$ pour un appareil de classe A et $3\times0{,}39\times0{,}1 = 0{,}117\ €$ pour un appareil de classe G.

Correction :

Exercice 1 p 162

Pour calculer l'intensité efficace du courant qui circule dans le radiateur quand il est branché aux bornes d'une prise de courant du secteur dont la tension efficace est U = 230 V, il faut utiliser la formule reliant puissance, tension et intensité que nous avons vue en cours $P = U \times I$. Puisque nous cherchons l'intensité, nous réécrivons cette relation sous la forme $I = \frac{P}{U}$. Elle n'est valable que si P est exprimée en watt et U en volt ; la valeur de I obtenue est alors exprimée en ampère. Dans cet exercice, U et P étant déjà exprimées dans les bonnes unités, il n'y a aucune conversion à faire et $I = \frac{500}{230} = 2{,}17\,A$.

Exercice 2 p 162

En exprimant la formule $P = U \times I$ sous la forme $U = \frac{P}{I}$ et puisque P est exprimée en watt et I en ampère, on détermine aisément la valeur de la tension aux bornes de cette lampe : $U = \frac{21}{1{,}75} = 12\,V$.

Exercice 3 p 162

a – La tension efficace aux bornes de cette bouilloire est de 240 V comme on peut le lire sur l'étiquette collée en son dos.
b – La puissance efficace de cette bouilloire est de 2400 W comme on peut le lire sur l'étiquette collée en son dos.
c – Pour déterminer l'intensité efficace, il faut utiliser la formule telle qu'utilisée dans l'exercice 1 p 162. $I = \frac{P}{U} = \frac{2400}{240} = 10\,A$.

Exercice 4 p 162

1 – Pour convertir 435 mA en ampère, il faut se souvenir que mA signifie milliampère et qu'un milliampère est un millième d'ampère. On peut alors utiliser le tableau des unités en écrivant le chiffre des unités (ici 5) dans la colonne unité (ici mA) et en ne mettant qu'un chiffre par case. On obtient donc la deuxième ligne. Dans la troisième ligne, on reporte la deuxième et,

constatant qu'il n'y a pas de chiffre dans la colonne A, on y ajoute un zéro. Le chiffre unité de la valeur convertie doit être dans la colonne de la nouvelle unité (ici A). Une virgule doit donc être écrite après le zéro et on obtient 435 mA = 0,435 A (voir tableau).

A	**dA**	**cA**	**mA**	
	4	3	5	
0,	4	3	5	
	1	1	6,	2
0,	1	1	6	2
		1	3,	4
0,	0	1	3	4

2 – Pour calculer la puissance reçue par la lampe, il suffit d'utiliser la formule
$P = U \times I = 230 \times 0{,}435 = 100\,\mathrm{W}$.

Exercice 16 p 165

1 – a – L'intensité qui circule dans la lampe est celle que mesure l'ampèremètre du fond. Elle vaut donc 116,2 mA puisque la borne utilisée pour la mesure est la borne mA et non la borne 10A. De toute façon, l'intensité maximale que peut mesurer ce type d'ampèremètre est de 10 A et une intensité de 116,2 A aurait fait fondre le filament de la lampe dès l'allumage.

b – Puisque la tension aux bornes de la lampe est de 6,4 V, que l'intensité du courant qui la traverse exprimée en ampère vaut 0,1162 A, il est aisé de calculer la puissance qu'elle reçoit :
$P_L = U \times I = 6{,}4 \times 0{,}1162 = 0{,}744\,\mathrm{W} = 744\,\mathrm{mW}$.

2 – a – C'est le premier ampèremètre qui mesure l'intensité du courant circulant dans la « résistance ». Elle vaut donc 13,4 mA soit 0,0134 A (voir tableau).

b – Puisque la tension aux bornes de la lampe est de 6,4 V, que l'intensité du courant qui la traverse exprimée en ampère vaut 0,0134 A, il est aisé de calculer la puissance qu'elle reçoit :
$P_R = U \times I = 6{,}4 \times 0{,}0134 = 0{,}085\,\mathrm{W} = 85\,\mathrm{mW}$.

3 – La puissance totale fournie par le générateur est la somme des puissances qu'il fournit à chacun des dipôles. Elle vaut donc
$P = P_L + P_R = 744 + 85 = 829\,\mathrm{mW}$.

Exercice 5 p 162

1 – Le rôle d'un coupe-circuit est de protéger les appareils et les installations des surintensités.
2 – Le fusible et le disjoncteur sont deux types de coupe-circuit.
3 – Les fusibles contiennent un fil métallique dont le diamètre est calculé en fonction de l'intensité maximale du courant que l'on veut faire passer dans le

circuit. Si l'intensité dépasse cette valeur (que donne le calibre du fusible), ce fil métallique fondra, ouvrant ainsi le circuit électrique. Ce type de coupe-circuit doit donc être changé après avoir servi au contraire des disjoncteurs différentiels qui peuvent être réamorcés. Les disjoncteurs différentiels disjonctent (et ouvrent alors le circuit) lorsqu'ils détectent une différence d'intensité entre le courant entrant et le courant sortant (d'où leur nom).

Exercice 6 p 162

L'indication 250 mA que l'on peut lire sur un fusible correspond à son calibre, c'est-à-dire l'intensité maximale du courant que peut laisser passer ce fusible. Si l'intensité dépasse cette valeur, le fil métallique du fusible fondra, ouvrant ainsi le circuit électrique.

Exercice 7 p 162

1 – L'indication C10 (calibre 10 A) que l'on peut lire sur ce disjoncteur signifie que si l'intensité du courant traversant le disjoncteur dépasse 10 A, le disjoncteur différentiel disjonctera ouvrant ainsi le circuit électrique.
2 – Le rôle de ce disjoncteur est de protéger l'installation et les appareils contre les surintensités.
3 – Si le disjoncteur se déclenche, il suffit de le réamorcer après avoir diminué le nombre d'appareils en fonctionnement.

Exercice 8 p 162

Puisque la puissance du sèche-serviettes est de 800 W soit 0,8 kW, qu'il fonctionne pendant 6 heures soit $6 \times 3600 = 21600\,\mathrm{s}$ et que la relation entre E, P et t est de cette tension : $E = P \times t = 0{,}8 \times 6 = 4{,}8\ \mathrm{kWh}$. Exprimée en joule, elle vaut donc
$E = P \times t = 800 \times 21600 = 1{,}728 \times 10^6\ \mathrm{J}$.

Exercice 9 p 162

La formule utilisée dans l'exercice 8 p 162 peut être réécrite $t = \frac{E}{P}$. Si E est en joule (J) et P en watt (W), alors t sera exprimée en seconde (s). Si par contre, E est en watt-heure (Wh) et P en watt (W), t sera exprimée en heure (h) ce qui est le cas dans cet exercice. Puisque 1 kWh = 1000 Wh, a – pour la lampe de puissance P = 60 W,

$$t = \frac{1000}{60} = 16{,}6\,h = 16\,h\,40\,min \;;$$

b – pour la bouilloire de puissance P = 750 W,

$$t = \frac{1000}{750} = 1{,}33\,h = 1\,h\,20\,min \;;$$

c – Pour la lampe halogène de puissance P = 300 W,

$$t = \frac{1000}{300} = 3{,}33\,h = 3\,h\,20\,min.$$

Exercice 10 p 162

L'affirmation « une lampe de puissance nominale 40 W consomme moins qu'un grille-pain de puissance 500 W » n'est pas forcément exacte car il n'est pas précisé ce qui est consommé. Si on ne parle que de puissance, en effet, il est évident qu'à chaque instant, le grille-pain consomme plus que la lampe, mais si on s'intéresse à l'énergie consommée pendant une journée par exemple, et qu'on suppose que le grille-pain n'est allumé que 12 minutes (soit 1/5ème d'heure) alors que la lampe l'est pendant 4 heures, l'énergie que consomme le grille pain est alors inférieure ($E = 500 \times 1/5 = 100\,Wh$) à celle que consomme la lampe ($E = 40 \times 4 = 160\,Wh$).

Exercice 17 p 165

1 – Si le téléviseur est en veille ininterrompue pendant un an, il consomme une puissance de 1 W pendant $24 \times 365{,}25 = 8766$ h. L'énergie qu'il consommera alors est donnée par la relation utilisée pour répondre à l'exercice 8 p 162 : $E = P \times t = 1 \times 8766 = 8766\ Wh = 8{,}766\ kWh$.
2 – La consommation totale d'énergie des téléviseurs français en les supposant tous en veille s'obtient en multipliant la consommation d'énergie d'un téléviseur en veille (calculé au 1.) par le nombre de téléviseurs en France (soit 40 millions = 4.10^7). On obtient donc

$$E = 8{,}766 \times 4.10^7 = 3{,}5.10^8\,kWh.$$

3 – Puisque le prix moyen du kWh est de 0,094 €, on obtient aisément le coût total dû à cette consommation d'énergie en multipliant le nombre de kWh consommés par les téléviseurs en veille par le prix moyen du kWh. Ce coût total est donc de $3{,}5.10^8 \times 0{,}094 = 3{,}3.10^7\,€ = 33\,\text{milllions d'euros}$.
4 – Pour réduire la consommation d'énergie, diverses solutions existent comme d'éteindre l'ensemble des appareils qu'on a trop tendance à laisser en

veille, de penser à éteindre les lampes lorsqu'on quitte une pièce, de ne pas trop chauffer les habitations, de bien les isoler pour éviter les pertes de chaleur ...

Exercice 18 p 165

1 – a – Un appareil de classe A consommant au plus 0,19 kWh par kilogramme de linge, si on lave 3 kg de linge chaque jour pendant un an (365 jours), l'énergie électrique qu'il consomme vaut au plus
$E = 3 \times 0{,}19 \times 365 = 208$ kWh.
b – Un appareil de classe G consommant au moins 0,39 kWh par kilogramme de linge, si on lave 3 kg de linge chaque jour pendant un an (365 jours), l'énergie électrique qu'il consomme vaut au moins
$E = 3 \times 0{,}39 \times 365 = 427$ kWh. .
2 – Le coût en euro, de chaque lavage est, si 1 kWh coûte 0,1 €,
$3 \times 0{,}19 \times 0{,}1 = 0{,}057$ € pour un appareil de classe A et
$3 \times 0{,}39 \times 0{,}1 = 0{,}117$ € pour un appareil de classe G.