

Corrigé et barème – Les matériaux : familles, propriétés et choix

Familles de matériaux (métaux, plastiques, organiques, céramiques, composites), propriétés mécaniques, thermiques, électriques, choix d'un matériau selon le cahier des charges, impact environnemental

Durée : 55 min – Sans document – Sur 20 points · Technologie 3^e

Exercice 1 – Identifier quatre échantillons (lecture d'un tableau) (4 pts)

- a) A : acier (attiré par l'aimant, $\rho = 7,8 \text{ g/cm}^3$), métal ferreux. B : aluminium (non attiré, conducteur, $\rho = 2,7 \text{ g/cm}^3$), métal non ferreux. (1)
- b) C : famille des plastiques, sous-famille des thermoplastiques (ramollit et se remoule) ; $\rho = 0,95 \text{ g/cm}^3 \rightarrow \text{PEHD}$. (1)
- c) D : liège, matériau organique (origine végétale) ; $\rho = 0,24 < 1 \text{ g/cm}^3 \rightarrow \text{il flotte}$. (1)
- d) Être isolant ne suffit pas : bois, liège, verre et céramiques sont aussi isolants. D ne ramollit pas et provient d'une écorce : c'est un organique, pas un plastique. (1)

Repère — Pour identifier un matériau, on croise plusieurs tests (aimant, conduction, masse volumique, comportement à la chaleur, origine) : un seul test ne suffit jamais.

Exercice 2 – Masse volumique et conversions (4 pts)

- a) $4 \text{ mm} = 0,4 \text{ cm}$; $V = 20 \times 15 \times 0,4 = 120 \text{ cm}^3$; $m = 2,70 \times 120 = 324 \text{ g}$. (1)
- b) $7\,850 \text{ kg/m}^3 = 7,85 \text{ g/cm}^3$; $m = 7,85 \times 120 = 942 \text{ g}$; gain = $942 - 324 = 618 \text{ g}$, soit $618 / 942 \approx 66 \%$. (1)
- c) $V = 3,0^3 = 27 \text{ cm}^3$; $\rho = 229,5 / 27 = 8,5 \text{ g/cm}^3 \rightarrow \text{laiton}$. (1)
- d) $V = 170 - 120 = 50 \text{ cm}^3$; $\rho = 70 / 50 = 1,4 \text{ g/cm}^3 = 1\,400 \text{ kg/m}^3$: même valeur, même plastique (PVC), Hugo a tort ; $\rho > 1 \rightarrow \text{la pièce coule}$. (1)

Attention — On convertit toujours avant de calculer (mm en cm, mL en cm^3 , $1 \text{ g/cm}^3 = 1\,000 \text{ kg/m}^3$) et le volume lu sur une éprouvette est une différence entre deux niveaux.

Exercice 3 – Choisir le matériau d'une coque de drone (cahier des charges (4 pts) et matrice de choix)

- a) Carbone : $15 + 12 + 2 + 1 = 30$; ABS : $12 + 9 + 10 + 3 = 34$; aluminium : $9 + 9 + 6 + 5 = 29$; PLA : $12 + 6 + 10 + 3 = 31$. (1)
- b) Le PLA : note de 2 aux chocs, inférieure à 3 ; la contrainte impérative n'est pas respectée, il est éliminé malgré ses 31 points. (1)
- c) L'ABS (34 points) : famille des plastiques, thermoplastique ; il peut être refondu et recyclé. (1)
- d) Le meilleur matériau dépend du cahier des charges : le carbone a 1 en coût et 1 en recyclabilité, total $30 < 34$. Il ne gagnerait que si le coût comptait peu (drone de course). (1)

Le point clé — On élimine d'abord les matériaux qui ne respectent pas une contrainte impérative, puis on compare les totaux pondérés : un matériau n'est « le meilleur » que par rapport à un cahier des charges donné.

Exercice 4 – Le fer à souder (propriétés thermiques et électriques) (4 pts)

- a) Très bon conducteur thermique ($\lambda = 390 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$) : il transmet vite la chaleur au fil ; il fond à 1085°C , bien au-dessus des 350°C de service. (1)
- b) $390 / 16 \approx 24$ fois moins ; le tube freine la chaleur qui remonte de la panne vers le manche. (1)
- c) Isolant thermique ($\lambda = 0,2$) : la main reste à 40°C ; isolant électrique : il protège l'utilisateur du 230 V en cas de défaut. (1)
- d) Avis défavorable : le tube atteint 150°C à la jonction, au-dessus des 130°C où le PE ramollit ; le manche se déformerait. Un thermdurcissable ne ramollit pas. (1)

À retenir — Un même objet associe conducteurs et isolants : on conduit la chaleur là où elle est utile, on la freine là où se trouve la main, et on compare toujours les températures de service aux limites du matériau.

Exercice 5 – Trois chaises de jardin (impact environnemental) (4 pts)

- a) Chêne : $6,5 \times 5 = 32,5 \text{ MJ}$; PP : $2,8 \text{ kg} \times 80 = 224 \text{ MJ}$; aluminium : $4,2 \times 100 = 420 \text{ MJ}$. (1)
- b) Chêne : $32,5 / 15 \approx 2,2 \text{ MJ/an}$; aluminium : $420 / 25 = 16,8 \text{ MJ/an}$; PP : $224 / 5 = 44,8 \text{ MJ/an} \rightarrow$ chêne, aluminium, PP. (1)
- c) Elle dure 5 fois plus longtemps (25 ans contre 5), donc $16,8 \text{ MJ/an}$ contre $44,8$; en fin de vie, l'aluminium redevient matière première, le PP ne se recycle que quelques fois. (1)
- d) La masse ne suffit pas : le PP demande 80 MJ/kg et dure 5 ans, c'est la moins sobre ($44,8 \text{ MJ/an}$).
Bois dégradé si : bois tropical importé de loin, traité chimiquement ou issu d'une forêt non gérée. (1)

Erreur fréquente — Comparer des matériaux sur la seule masse ou sur la seule énergie de production est trompeur : il faut rapporter l'impact à la durée de service et tenir compte de la fin de vie.