

Les réponses doivent être justifiées. Les résultats doivent être donnés avec leurs unités. La présentation et l'orthographe sont également appréciées [0,5 pt]. Calculatrice autorisée.

1. Relativité restreinte

[3,5 pts]

« C'est ainsi que juste avant la Seconde Guerre Mondiale, Georges Gamow, alors nouvellement installé aux Etats-Unis, se mit à rédiger d'une plume à la fois rigoureuse et alerte « Monsieur Tompkins au Pays des Merveilles », livre qui connut d'emblée le succès. Employé d'une grande banque, le héros de ces nouvelles assiste à des conférences du soir prononcées par un professeur de physique. La nuit venue, ses rêves le transportent dans des mondes peu ordinaires : les constantes fondamentales de la physique y sont modifiées de sorte que des phénomènes physiques habituellement cachés dans la vie courante deviennent manifestes. »

Il était sept fois la révolution, Etienne Klein, Ed Flammarion 2005

Dans le cas d'une particule dite relativiste, la question se pose de savoir comment sont modifiées les expressions des quantités déjà définies dans le cadre de la mécanique classique : quantité de mouvement, énergie cinétique... etc.

Données : relation liant la durée propre Δt_0 entre deux évènements et la durée mesurée Δt dans un référentiel en mouvement rectiligne uniforme à la vitesse v par rapport au référentiel propre :

$$\Delta t = \gamma \cdot \Delta t_0 \quad \text{avec} \quad \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} ;$$

1.1. Lorsque les effets de la relativité restreinte se font sentir, on parle de « dilatation des durées ». Montrer en quoi cette expression est appropriée.

1.2. On considère une particule dont la vitesse dans un référentiel terrestre est égale à 10 % de celle de la lumière. On mesure $\Delta t = 1,0$ ns. Que vaut Δt_0 ? Commenter.

1.3. L'extrait du livre d'Etienne Klein se termine par ce passage : « Les constantes fondamentales de la physique y sont modifiées de sorte que les phénomènes physiques habituellement cachés dans la vie courante deviennent manifestes ». Que veut dire l'auteur ? Illustrer cela en envisageant que la constante c ait une valeur plus petite.

2. Diagnostic de performance énergétique (DPE) de la maison

[6 pts]

Le DPE

Obligatoire depuis l'année 2006 lors de la vente d'un logement et depuis 2007 lors de la location d'un logement, le diagnostic de performance énergétique renseigne sur la performance énergétique d'un logement ou d'un bâtiment, en évaluant sa consommation d'énergie totale annuelle (chauffage, eau chaude, électroménager).

La lecture du DPE est facilitée par une étiquette énergie comportant 7 classes de A à G (A correspondant à la meilleure performance, G à la plus mauvaise).

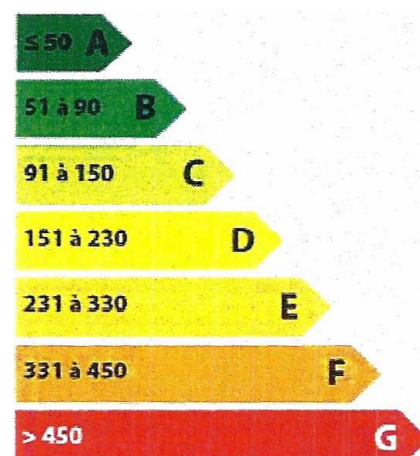


Figure 2 : Consommations énergétiques en kWh par an et par m² de surface habitable

Le couple souhaite connaître le DPE d'une maison sans étage de surface habitable 100 m². La maison est construite dans une région où la température de l'air extérieur durant la période de chauffage vaut en moyenne $T_e = 4,0^\circ\text{C}$. Pendant la période de chauffage, l'intérieur de la maison est maintenu à une température constante $T_i = 19^\circ\text{C}$ grâce au système de chauffage. On estime la durée annuelle de chauffage à 120 jours.

Caractéristiques thermiques de la maison

	Surface (m ²)	Matériau	Épaisseur <i>e</i> (mm)	Conductivité thermique λ (W.m ⁻¹ .K ⁻¹)	Résistance thermique R_{th} (K.W ⁻¹)
Toiture	115	Laine de chanvre	100	0,042	notée R_{toit}
		Terre cuite (tuile)	40	0,60	
Murs	91	Plâtre	13	0,46	0,020
		Polystyrène	50	0,036	
		Brique pleine	210	0,50	

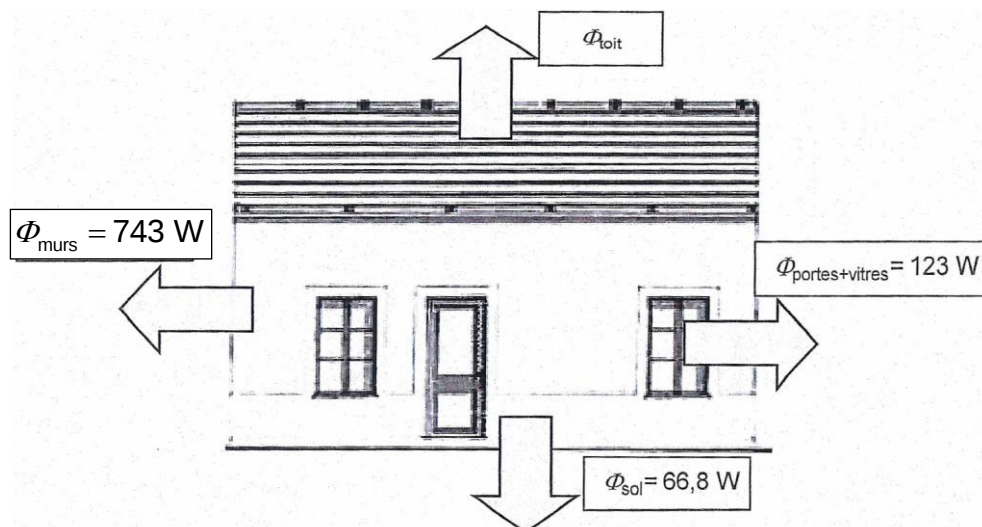


Figure 3 : Valeurs des flux thermiques moyens lorsque $T_e = 4,0^\circ\text{C}$ et $T_i = 19^\circ\text{C}$

Flux thermique

Lorsque les températures extérieure T_e et intérieure T_i sont constantes au cours du temps, avec $T_i > T_e$, le flux thermique à travers une paroi peut s'exprimer aussi par la relation :

$$\Phi = \frac{T_i - T_e}{R_{th}} \quad \text{où } R_{th} \text{ est la résistance thermique de la paroi considérée.}$$

Résistance thermique d'une paroi

La résistance thermique R_{th} d'une paroi plane constituée d'un seul matériau s'écrit: $R_{th} = \frac{e}{\lambda \times S}$ où e est l'épaisseur de la paroi (m), S sa surface (m²), λ la conductivité thermique caractérisant le matériau (W.m⁻¹.K⁻¹). En pratique, si une paroi est constituée de plusieurs couches de matériaux d'épaisseurs et de conductivités différentes, alors les résistances thermiques de chaque couche s'additionnent.

2.1. Les transferts thermiques s'effectuent suivant trois modes.

Associer à chacune des propriétés suivantes, le nom du transfert thermique correspondant. Donner un exemple de chacun des modes de transfert pris dans le domaine de l'habitat.

Propriété 1	Propriété 2	Propriété 3
Le transfert thermique dans un milieu matériel se fait de proche en proche sans transport de matière.	Le transfert thermique ne nécessite pas de milieu matériel et se fait sans transport de matière.	Le transfert thermique se fait par déplacement macroscopique de matière, généralement au sein d'un gaz ou d'un liquide.

2.2. Calculer la résistance thermique de la toiture R_{toit}

2.3. En déduire que le flux thermique moyen à travers le toit en hiver est égal à $\Phi_{toit} = 7,1 \times 10^2$ W.

2.4. Résolution de problème :

Afin de conserver une température constante dans la maison, la puissance moyenne du système de chauffage (flux thermique moyen entrant) doit être égale au flux thermique moyen sortant de la maison.

En estimant que le chauffage représente 50 % de la consommation d'énergie annuelle, déterminer la classe énergétique de cette maison.

Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie même si elle n'a pas abouti.