

Exercice 4 (D'après bac STL SPCL Métropole Juin 2013)

Avec son vélo à assistance électrique (V.A.E.), Maurice souhaite réaliser, en trente jours, un « Tour de France » d'une distance de 2400 km environ. Il prévoit quelques étapes de montagne. Vous devez lui expliquer :

- le principe de l'assistance électrique illustré par des cas concrets,
- les avantages du V.A.E. par rapport à sa "randonneuse".

1. L'assistance électrique

1.1. Définir le moment de la force \vec{F} en donnant son expression et en complétant le document réponse DR3.

1.2. Donner la relation du moment C du couple moteur en fonction de la puissance mécanique P du moteur et de la vitesse de rotation ω (rad.s^{-1}). Calculer la vitesse de rotation ω (en rad.s^{-1} puis en tr.min^{-1}) si le moment du couple moteur vaut 40 N.m pour une puissance mécanique de 100 W.

1.3. L'objectif est de compléter deux chaînes énergétiques qui correspondent à deux situations différentes explicitées ci-dessous.

Sur les documents réponses DR4 et DR5, indiquer les résultats numériques ainsi que tous les transferts par des flèches (\rightarrow). Une absence de transfert sera notée \times .

a) Situation 1

La route est rectiligne et horizontale, Maurice circule à vitesse constante, il n'y a pas de vent, le moteur développe une puissance de 100 W, le moment moyen du couple (supposé constant) exercé par le cycliste vaut 30 N.m, la vitesse angulaire du pédalier est $3,5 \text{ rad.s}^{-1}$.

Calculer pour une durée de 15 min:

- W_1 : travail fourni par Maurice ;
- W_2 : travail fourni par le moteur électrique ;
- W_3 : travail du poids ;

b) Situation 2 DR5

La route est en descente. Maurice ne pédale pas et ajuste son freinage pour maintenir sa vitesse constante à 35 km.h^{-1} .

Indiquer uniquement les sens des transferts.

La législation impose que l'assistance électrique cesse à partir d'une vitesse de 25 km.h^{-1} . Pour des raisons de sécurité, le moteur passe mode débrayé (il se coupe) lorsque l'on actionne les freins et bascule en mode récupération d'énergie (il fonctionne en alternateur).

1.4. Sachant que la puissance maximale utile du V.A.E. de Maurice est de 250 W, à l'aide de l'annexe B4 :

a) Déterminer le pourcentage maximal de la pente sur laquelle Maurice peut rouler à 15 km.h^{-1} en maintenant sa puissance musculaire égale à 60 W.

b) Déterminer la puissance musculaire que devrait avoir Maurice pour maintenir sa vitesse constante à 15 km.h^{-1} sur une montée à 6 % ?

2. Les avantages chiffrés du V.A.E.

L'ascension de l'Alpe d'Huez (14,4 km ; 1120 m de dénivelé ; 21 virages et une pente moyenne de 8 %) avec le V.A.E. à une vitesse de 10 km.h^{-1} , nécessite une puissance de 308 W (puissance du moteur 248 W, puissance musculaire 60 W). Maurice souhaite déterminer la puissance musculaire qu'il aurait dû développer sans assistance électrique pour effectuer ce trajet avec sa randonneuse et ses bagages dans les mêmes conditions (voir données en annexe A1). Pour cela vous devez :

2.1. Déterminer le travail du poids \vec{P} de l'ensemble {Maurice, vélo, bagages} lors de cette ascension ; on prendra $g = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$.

2.2. Sachant que l'énergie perdue lors de cette ascension, en raison de l'ensemble des frottements, est de 130 kJ, calculer l'énergie musculaire E qu'aurait dû développer Maurice.

2.3. Calculer la durée du trajet et en déduire la puissance musculaire qu'aurait dû développer Maurice pour faire l'ascension avec une vitesse constante de 10 km.h^{-1} .

A1 - Les données : Maurice et sa randonneuse

Maurice :

âge : 55 ans

taille : 1,70 m

masse : $m_1 = 70$ kg

Randonneuse de Maurice :

roues de 26 pouces (rayon $r = 315$ mm)

masse du vélo : $m_2 = 11,5$ kg

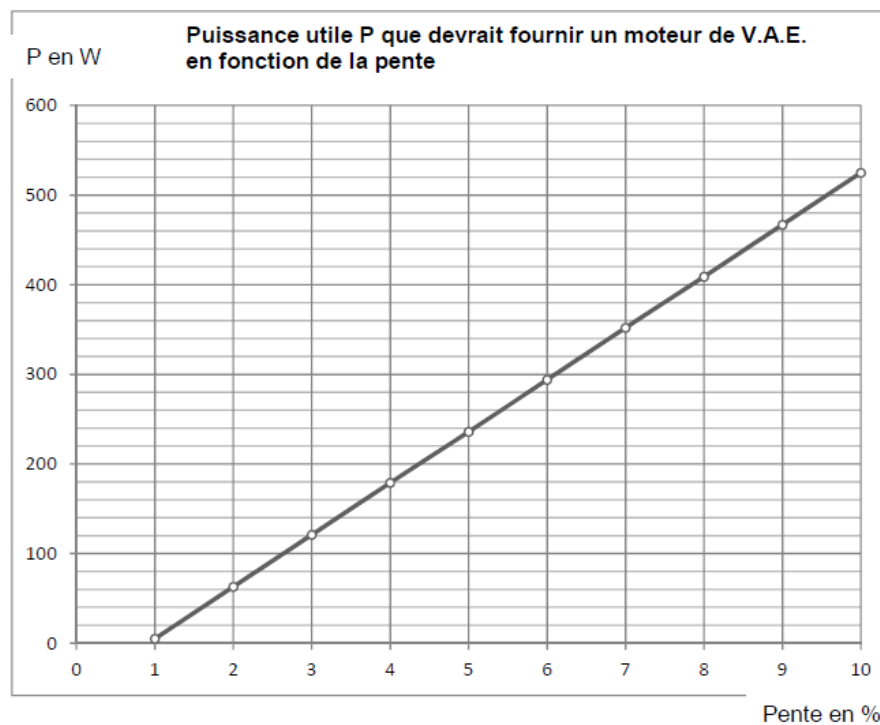
masse des bagages : $m_3 = 16$ kg

plateaux (nombre de dents) : 50-43-30

pignons : 13-14-15-17-19-21-23-25-28



B4 - Gain de puissance apporté par l'assistance électrique



Le graphique ci-dessus représente la puissance que devrait apporter le moteur électrique en fonction de la pente (exprimée en %) pour maintenir une vitesse constante de 15 km.h^{-1} lorsque la puissance de Maurice est de 60 W.

