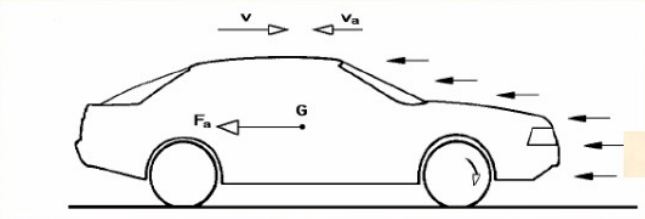
Fiche N°5-6
Energie mécanique

Travaux dirigés: Résistance à l'avancement

A Savoir.

Frottement aérodynamique



$$Fa = \frac{Cx.A}{2}\rho.(V+Va)^2$$

A représente la surface du véhicule
Cx est le coefficient de pénétration dans l'air ou coefficient de trainée.
ρ : masse volumique de l'air
Va : vitesse du vent
V : vitesse du véhicule

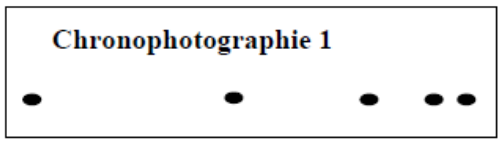
En l'absence de vent on voit que la force aérodynamique est proportionnelle au carré de la vitesse :

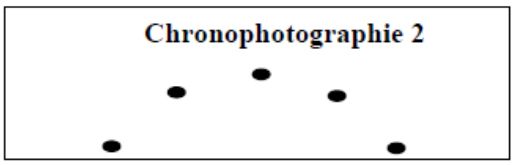
$$Fa = K.V^2$$

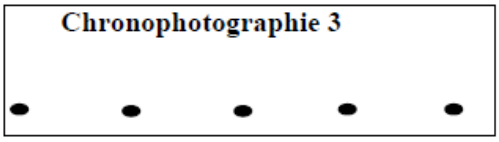
Un véhicule roule à vitesse constante sur une route plane. Il est soumis aux quatre forces suivantes : son poids $\vec{P}$, la réaction de la route $\vec{R_N}$, la force motrice $\vec{F}$, et une force de frottement $\vec{f}$.
La direction de la force de réaction, notée $\vec{R_N}$, sera supposée perpendiculaire à la route.

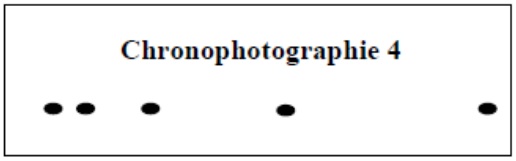
A-1-1 Caractéristique du mouvement

a) Le véhicule est animé d'un mouvement rectiligne uniforme. Choisir parmi les chronophotographies suivantes celle qui correspond au mouvement étudié (le véhicule est modélisé par un point). Justifier la réponse.







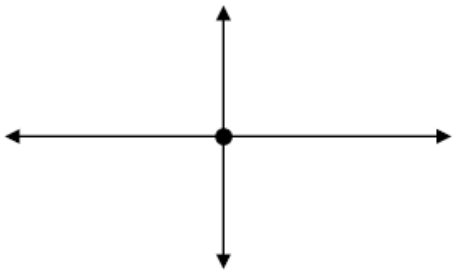


Fiche N°5-6
Energie mécanique

Travaux dirigés: Résistance à l'avancement

b) Reproduire le schéma ci-dessous sur votre copie (le point représente toujours le véhicule) et indiquer à quelles forces (présentées précédemment) correspondent les vecteurs.

Sens du mouvement ⇨



c) Que peut-on dire de la résultante des forces pour le mouvement étudié ?

En déduire la relation entre les intensités de la force motrice F et de la force de frottement f.

A-1-2 Etude de la force de frottement et de son lien avec la consommation

On considérera que la force motrice d'intensité F doit compenser la force de frottement d'intensité f (de type fluide) dont les caractéristiques sont données en **annexe 1 page 11/14**.

a) Quelles sont les grandeurs du tableau de **l'annexe 1 page 11/14** dont dépendent la force de frottement et donc la consommation ?

b) Montrer qu'il est possible de faire l'hypothèse que la consommation est proportionnelle au coefficient de trainée pour une vitesse donnée (dans le tableau de **l'annexe 1 page 11/14**, on prendra par exemple une vitesse de 50 km/h).

c) Peut-on faire l'hypothèse d'une proportionnalité entre consommation et vitesse ? Expliquer en analysant les données de **l'annexe 1 page 11/14**.

d) Par une analyse dimensionnelle, montrer que l'expression de la force de frottement fluide est bien homogène à une force (on rappelle que 1 N = 1 kg.m.s^{-2}).

Fiche N°5-6
Energie mécanique

Travaux dirigés: Résistance à l'avancement

A-2 ETUDE ENERGETIQUE

On se propose de réaliser l'étude énergétique d'un autre véhicule équipé d'une part d'un moteur thermique (gazole) et d'autre part d'un moteur électrique.

Pour ce véhicule :

la vitesse est constante v = 100 $km.h^{-1}$.

C = 0,330 ; ρ =1,20 $kg.m^{-3}$ et S =1,80 m^2.

A-2-1 Etude de la voiture à moteur thermique

a) Calculer la force de frottement fluide f exercée sur le véhicule. On se référera à **l'annexe 1 de la page 11/14**.

b) A vitesse constante, l'intensité de la force motrice est égale à celle de la force de frottement.

Calculer la puissance motrice P_m du véhicule, la puissance motrice étant le produit de la force motrice par la vitesse dans les unités du système international.

c) En toute rigueur, il faut tenir compte de la force de frottement de roulement. La puissance motrice vaut alors P' = 11,0 kW.

Calculer l'énergie mécanique nécessaire pour parcourir 100 km en 1 heure.

d) Le rendement de la voiture « thermique » est estimé à 20 %.

Quelle énergie chimique doit fournir le carburant pour parcourir les 100 km ?

Compléter les valeurs du **document réponse 1 page 14/14**.

e) L'énergie chimique disponible dans un litre de gazole vaut 36,0 MJ.

Quelle est la consommation du véhicule, en litres, pour 100 km ?

En déduire l'autonomie, en km, pour un volume de gazole de 60 L ?

A-2-2 Etude de la voiture à moteur électrique

Le rendement de la voiture « électrique » est estimé à 80 %.

L'énergie mécanique nécessaire à la propulsion du véhicule pour une même vitesse (100 $km.h^{-1}$) et une même distance parcourue (100 km) est de 39,5 MJ.

a) Calculer l'énergie électrique nécessaire.

b) Réaliser le bilan d'énergie et compléter le **document réponse 2 page 14/14**.

Fiche N°5-6
Energie mécanique

Travaux dirigés: Résistance à l'avancement

Annexe 1 :

Un véhicule se déplaçant dans un fluide (air) est soumis à une force de frottement fluide dont l'intensité exprimée en Newton (N) est :

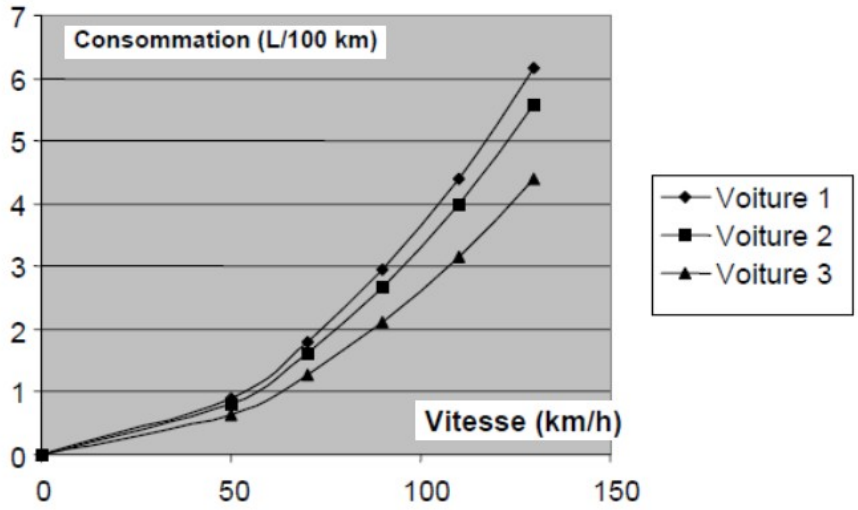
$$f = \frac{1}{2} \times \rho \times V^2 \times S \times C$$

ρ : masse volumique du fluide (kg/m^3)
S : surface de référence ou surface frontale (m^2)
C : coefficient aérodynamique ou coefficient de trainée (sans unité)
V : vitesse de déplacement (m/s)

Les consommations de gazole en **L / 100 km** pour 3 voitures en fonction de différentes vitesses régulées sont données dans le tableau suivant. Les trois voitures ont la même surface frontale (S = 2,70 m^2) et évoluent dans l'air.

Surface frontale	S = 2,70 m^2	50 km/h	70 km/h	90 km/h	110 km/h	130 km/h
Voiture 1	C = 0,42	**0,91**	**1,79**	**2,95**	**4,41**	**6,15**
Voiture 2	C = 0,38	**0,82**	**1,62**	**2,67**	**3,99**	**5,57**
Voiture 3	C = 0,30	**0,65**	**1,28**	**2,11**	**3,15**	**4,40**

Courbe de la consommation en fonction de la vitesse

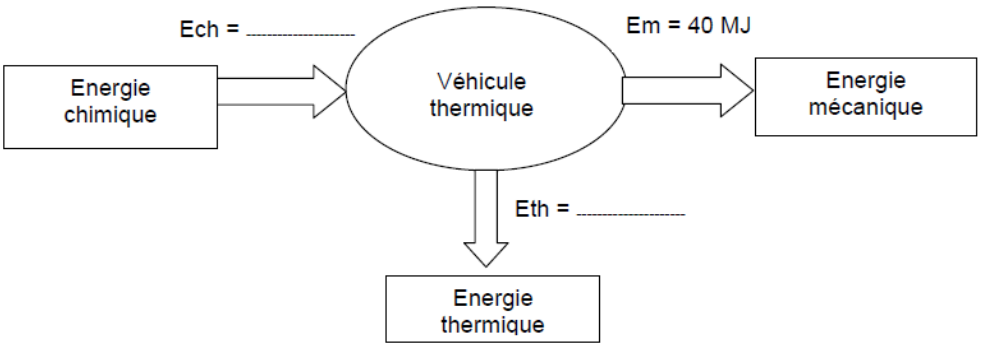


Fiche N°5-6
Energie mécanique

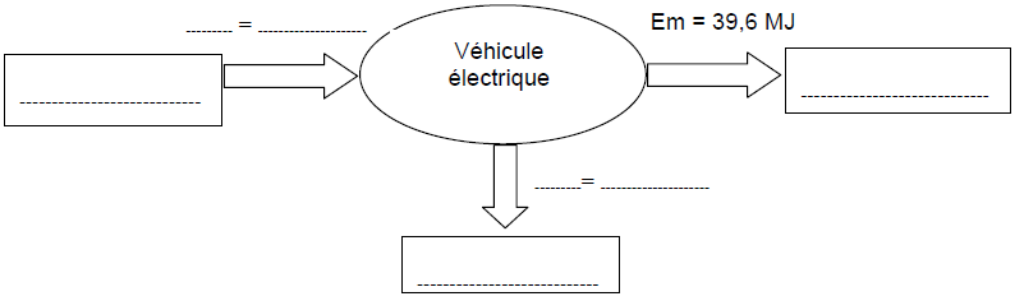
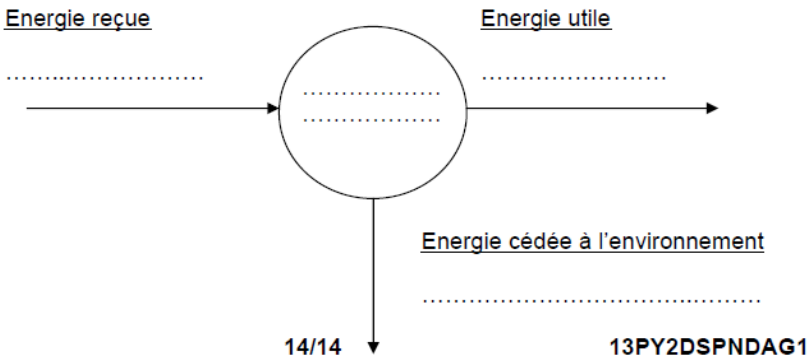
Travaux dirigés: Résistance à l'avancement

(A RENDRE AVEC LA COPIE)

DOCUMENT REPONSE 1



DOCUMENT REPONSE 2



DOCUMENT REPONSE 3