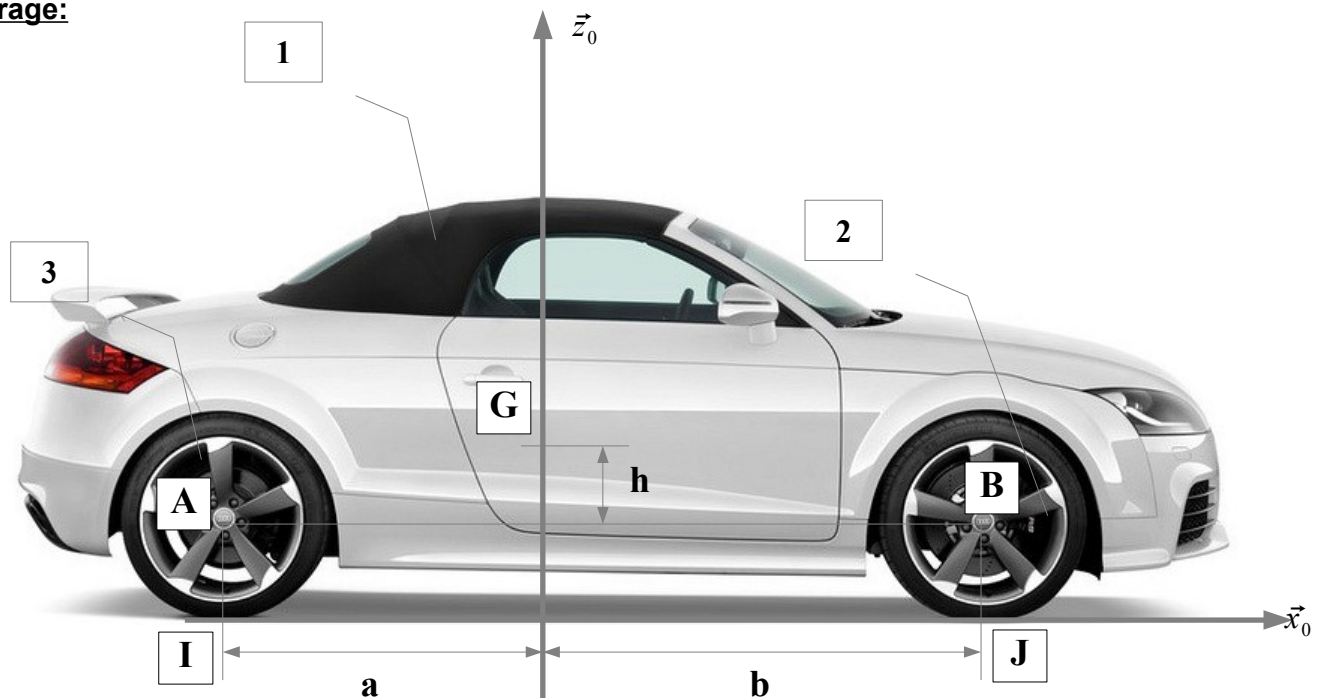


ETUDE DES PERFORMANCES D'UNE AUDI TT

Nous nous proposons d'étudier les performances dynamique d'une **AUDI TT** à transmission intégrale (roues avant et roues arrière motrices). Nous nous placerons dans le cas d'une translation du véhicule suivant la direction \vec{x}_0 . L'étude permettra de vérifier les performances en accélération de l'**AUDI TT**. AUDI annonce les performances suivantes pour son véhicule :

Passage de 0 à 100 km/h	5,2 s
Couple moteur maximal à 2500 tr/min	500 N.m
Masse du véhicule	1300 kg

Paramétrage:



Données:

Solides	Données géométriques et cinétiques
1: Caisse du véhicule	Masse M ; Centre de gravité G $\vec{AG} = a \cdot \vec{x}_0 + h \cdot \vec{z}_0$; $\vec{BG} = -b \cdot \vec{x}_0 + h \cdot \vec{z}_0$
2: L'ensemble des 2 roues avant et l'ensemble des pièces mobiles de l'essieu avant	Masse m ; Centre de gravité B ; Rayon R B_2 : moment d'inertie sur (B, \vec{y}_0) $\vec{JB} = R \cdot \vec{z}_0$ Vitesse de rotation: $\vec{\Omega}(2/1) = \dot{\theta} \cdot \vec{y}_0$
3: L'ensemble des 2 roues arrière et l'ensemble des pièces mobiles de l'essieu arrière	Masse m ; Centre de gravité A ; Rayon R B_3 : moment d'inertie sur (A, \vec{y}_0) $\vec{IA} = R \cdot \vec{z}_0$ Vitesse de rotation: $\vec{\Omega}(3/1) = \dot{\theta} \cdot \vec{y}_0$

Hypothèses d'étude:

Nous supposerons que pendant le mouvement, les contacts des roues sur le sol en I et J respecte la condition de roulement sans glissement (l'**AUDI TT** ne dérape pas). Nous supposerons que l'angle de tangage β du châssis du véhicule, rotation autour de (G, \vec{y}_0) , est négligeable. L'ensemble « roues avant » **2** est en

liaison pivot d'axe (B, \vec{y}_0) avec le châssis **1**. L'ensemble « roues arrière » **3** est en liaison pivot d'axe (A, \vec{y}_0) avec le châssis **1**. Les roues avant et arrière sont en liaison ponctuelle de normale \vec{z}_0 avec le sol **0**.

Nous supposons le problème plan. L'étude dynamique se placera dans le plan médian de l'**AUDI TT** : le plan $(G, \vec{x}_0, \vec{z}_0)$. L'accélération du centre de gravité G du châssis **1** est noté: $\vec{\Gamma}(G, 1/0) = \Gamma \cdot \vec{x}_0$.

Modélisation des actions mécaniques:

- Le couple exercé par le châssis **1** sur l'ensemble « roues avant » **2** est représenté par le torseur suivant : $\{T_{1 \rightarrow 2}\} = \left\{ \vec{0} \quad C_{av} \cdot \vec{y}_0 \right\}_B$. Ce couple C_{av} peut être un couple moteur (positif) ou un couple de freinage (négatif) selon la phase de déplacement de l'**AUDI TT**.
- Le couple exercé par le châssis **1** sur l'ensemble « roues arrière » **3** est représenté par le torseur suivant : $\{T_{1 \rightarrow 3}\} = \left\{ \vec{0} \quad C_{ar} \cdot \vec{y}_0 \right\}_A$. Ce couple C_{ar} peut être un couple moteur (positif) ou un couple de freinage (négatif) selon la phase de déplacement de l'**AUDI TT**.
- La liaison ponctuelle du sol **0** en J sur l'ensemble « roues avant » **2** est représenté par le torseur suivant:

$$\{T_{0 \rightarrow 2}\} = \left\{ \begin{array}{cc} T_{av} & 0 \\ 0 & 0 \\ N_{av} & 0 \end{array} \right\}_{J, B_0}$$

- La liaison ponctuelle du sol **0** en I sur l'ensemble « roues arrière » **3** est représenté par le torseur suivant:

$$\{T_{0 \rightarrow 3}\} = \left\{ \begin{array}{cc} T_{ar} & 0 \\ 0 & 0 \\ N_{ar} & 0 \end{array} \right\}_{I, B_0}$$

- Pour écrire tout torseur de l'action mécanique dans une liaison entre le solide i et le solide j en A ,

vous devrez utiliser la **notation problème plan** $(G, \vec{x}_0, \vec{z}_0)$ suivante : $\{T_{i \rightarrow j}\} = \left\{ \begin{array}{cc} X_{ij} & 0 \\ 0 & M_{ij} \\ Z_{ij} & 0 \end{array} \right\}_{A, B_0}$.

ETUDE DU PASSAGE DE 0 A 100 km/h

Question 1:

En supposant que le passage de 0 à 100 km/h se fait à accélération constante, calculer l'accélération Γ subit par le véhicule pour respecter la performance constructeur. Indiquer les unités.

Question 2:

Tracer la loi de vitesse que doit suivre le véhicule pour respecter le cahier des charges.

A 100 km/h, calculer la vitesse angulaire des roues $\dot{\theta}$. Indiquer les unités.

AN: $R=0,3$ m.

La boîte de vitesse **TIPTRONIC** équipant l'**AUDI TT** a pour fonction de garder la fréquence de rotation du moteur N_m (ω_m) dans la plage où le couple est maximal (voir document 1). Nous considérerons que lors du passage de 0 à 100 km/h, cette fréquence de rotation varie entre 1200 et 3200 tour/min. Dans cette plage de vitesse, le couple moteur est maximal et vaut 500 N.m (voir document 1).

Question 3:

En utilisant la condition de roulement sans glissement en I ou J , déterminer la relation entre l'accélération angulaire des roues $\ddot{\theta}$ et l'accélération Γ du véhicule.

Question 4:

Déterminer le rapport de réduction r_t de la boîte de vitesse pour atteindre 100 km/h à la vitesse moteur de 3200 tr/min.

Question 4:

Expliquer la démarche de résolution pour déterminer le couple C_{av} en fonction de T_{av} et des termes dynamiques. Vous indiquerez quel solide isoler, quel théorème utiliser et sur quelle base projeter.

Déterminer l'expression de C_{av} .

Question 5:

Expliquer la démarche de résolution pour déterminer le couple C_{ar} en fonction de T_{ar} et des termes dynamiques. Vous indiquerez quel solide isoler, quel théorème utiliser et sur quelle base projeter.

Déterminer l'expression de C_{ar} .

Question 6:

Expliquer la démarche de résolution pour déterminer la somme $T_{av} + T_{ar}$ en fonction des termes dynamiques. Vous indiquerez quel(s) solide(s) isoler, quel théorème utiliser et sur quelle base projeter.

Déterminer l'expression de $T_{av} + T_{ar}$.

Question 7:

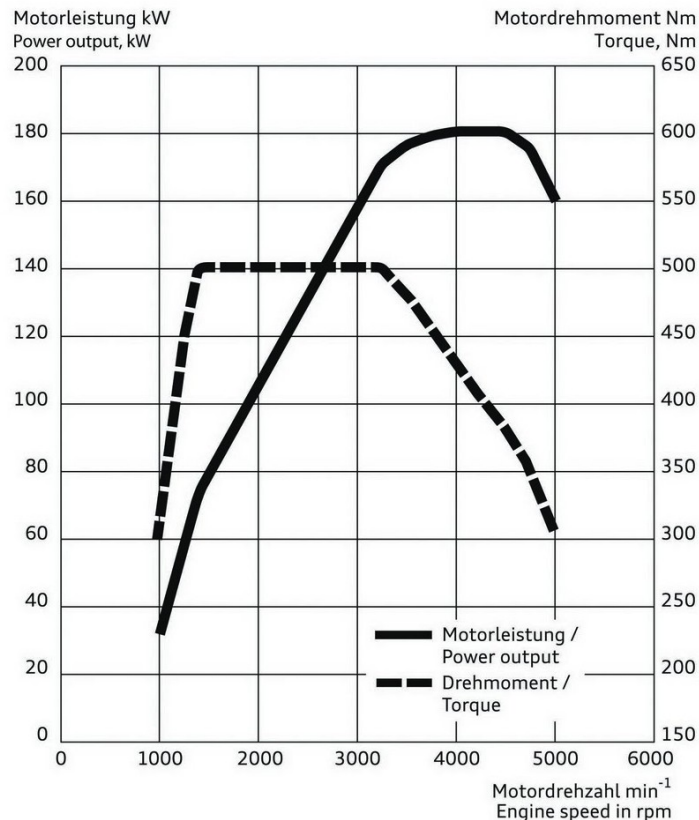
A l'aide des équations précédentes, déterminer l'expression du couple sur les roues $C = C_{av} + C_{ar}$ en fonction de Γ , R , m , M , B_2 et B_3 .

Question 8:

Faire l'application numérique avec: $R=0,3\text{ m}$, $m=30\text{ kg}$, $M=1300\text{ kg}$, $B_2=B_3=4\text{ kg.m}^2$,
 $\Gamma=5,34\text{ m.s}^{-2}$.

Question 9:

En faisant intervenir le rapport de réduction de la boîte de vitesse, conclure sur la validité de la performance annoncée par **AUDI**.



Document 1 : courbes moteur de l'Audi TT